

Bac Technologique STAV



Livre 1 – Physique

cahier de l'élève

version 1.4

Préface

Cet ouvrage a été rédigé à partir des fichiers numériques réalisés en classes de 1ère et terminale technologique (option agronomie et vivant) sur TBI (Tableau Blanc Interactif).

Il se veut une image "d'un cahier d'élève" tel qu'il a été construit en cours dans un environnement numérique à l'aide du TBI, du web et d'un ENT (espace Numérique de Travail).

La discussion de l'usage systématique des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) comme "bonne pratique" ou non dans la pédagogie ne sera pas abordée dans ce cadre.

Les textes de cet ouvrage sont placés sous licence Creative Commons afin que tout à chacun puisse en faire le meilleur usage possible, le faire partager ou nous aider à l'améliorer dans l'avenir.

Nous assumons la pleine responsabilité des inévitables coquilles ou erreurs qui pourraient se trouver dans ce livre et nous vous invitons, dans ce cas, à nous faire remonter vos remarques.

Les auteurs :

...

[Dominique Laporte](#), lycée des Iscles (Manosque)

...

SOMMAIRE

L'ÉNERGIE ET SES FORMES.....	5
1. Introduction.....	5
2. Les différentes formes d'énergie.....	5
3. lois de l'énergie.....	5
3.1. loi de conversion (transformation).....	5
3.2. loi de conservation.....	6
4. chaîne énergétique.....	6
5. Mesure de l'énergie.....	7
6. Puissance.....	8
L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE.....	16
1. Rappels.....	16
2. lois électriques.....	16
2.1. lois des tensions.....	16
2.2. Lois des nœuds électriques.....	22
3. Association de résistances.....	29
3.1. association série.....	29
3.2. association //.....	29
4. Étude de la pile.....	35
5. Point de fonctionnement d'un circuit.....	35
6. Puissances électriques.....	36
7. rendement.....	37
LE COURANT ALTERNATIF.....	44
1. Introduction.....	44
2. Etude du courant alternatif.....	44
3. valeurs maximales et efficaces.....	45
4. Lois en courant alternatif.....	51
5. Puissances électriques en courant alternatif.....	53
6. Le transformateur électrique.....	54
6.1. constitution d'un transformateur.....	54
6.2. Utilisation d'un transformateur.....	54
6.3. Lois des tensions.....	55
ÉNERGIE MÉCANIQUE.....	62
1. Introduction.....	62
2. Référentiel.....	62
3. Vitesse moyenne et instantanée.....	63
4. accélération.....	63
5. mouvements particuliers.....	73
5.1. mouvement rectiligne.....	73
5.2. mouvement circulaire.....	73
5.3. vitesse linéaire et angulaire.....	77
LOIS FONDAMENTALES DE LA MÉCANIQUE.....	83
1. Rappel.....	83
2. forces particulières.....	84
2.1. le poids.....	84
2.2. les forces de frottements.....	84
3. les lois de la mécanique.....	85
3.1. 1ère loi de Newton : loi de l'inertie.....	85
3.2. 2ème loi de Newton : relation fondamentale de la dynamique.....	93

3.3. 3ème loi de Newton : loi des actions réciproques.....	93
4. Moment d'une force.....	94
4.1. cas d'un couple de forces.....	95
4.2 solide en équilibre autour d'un axe de rotation.....	95
ÉNERGIE MÉCANIQUE.....	104
1. Notion de travail.....	104
2. Le travail du poids.....	108
3. Énergie cinétique.....	111
4. Énergie potentielle.....	111
5. Conservation de l'énergie mécanique.....	111
6. Théorème de l'Energie cinétique.....	111
7. Puissance mécanique.....	116
8. extraits de sujets de bac.....	116
ÉNERGIE RAYONNANTE.....	124
1. Rappels.....	124
1.1. loi de la réfraction : 2nde loi de Descartes.....	124
1.2. spectre électromagnétique.....	124
1.3. Mesure historique.....	124
2. Nature de la lumière.....	125
2.1. Aspect ondulatoire.....	125
2.2. Aspect corpusculaire.....	126
ÉNERGIE THERMIQUE.....	129
1. Chaleur & température.....	129
2. Quantité de chaleur.....	129
La Calorie.....	130
3. chaleur Latente.....	130
4. équilibre thermique.....	132
ÉNERGIE NUCLÉAIRE.....	136
1. La radioactivité.....	136
1.1. Introduction.....	136
1.2. radioactivité α	136
1.3. radioactivité β	137
1.4. radioactivité γ	137
1.5. Loi de la décroissance radioactive.....	137
2. les réactions nucléaires.....	138
2.1. fission.....	138
2.2. fusion.....	138
2.4. unités de mesure.....	139
3. l'énergie du noyau.....	140
Principe de fonctionnement des centrales nucléaires.....	142

L'ÉNERGIE ET SES FORMES

1. Introduction

L'Homme a réussi à maîtriser toutes les formes d'énergie.

Le mot « énergie » vient d'un mot grec « energia » : force en mouvement.

L'énergie représente une force en mouvement.

Larousse : « capacité d'un système à modifier l'état d'un autre système ».

2. Les différentes formes d'énergie

Il existe uniquement 6 formes d'énergie :

- énergie rayonnante (soleil, lumière, magnétique)
- énergie électrique
- énergie mécanique
- énergie thermique
- énergie chimique
- énergie nucléaire

Remarque : **une énergie renouvelable, est une énergie dont les réserves sont renouvelables sur une vie humaine.**

Ex : énergie solaire = E renouvelable

Ex2 : gaz de schiste = E non renouvelable

L'énergie fossile est une énergie issue des ressources en hydrocarbures
(décomposition de la matière organique sur plusieurs millions d'années).

3. lois de l'énergie

3.1. loi de conversion (transformation)

Les énergies se transforment entre elles.

Ex : énergie hydraulique.

L'E méca (chute de l'eau) entraîne des pales d'une turbine qui va produire de l'énergie électrique.

3.2. loi de conservation

On ne peut créer de l'E à partir de rien.

Dans l'univers, la qté E ne peut ni diminuer, ni augmenter.

Analogie avec la loi de Lavoisier

conservation	• Rien ne se perd • Rien ne se crée
conversion	• Tout se transforme

4. chaîne énergétique

Exemple : Nina monte en vélo de nuit au Lycée.

1. déterminer les E mises en jeu
2. montrer le lien (transformation) entre ces E

E chimique (aliment)

E therm (corps transpire)

E méca (musculaire + cinétique = vélo en mouvement)

E électrique (dynamo du vélo)

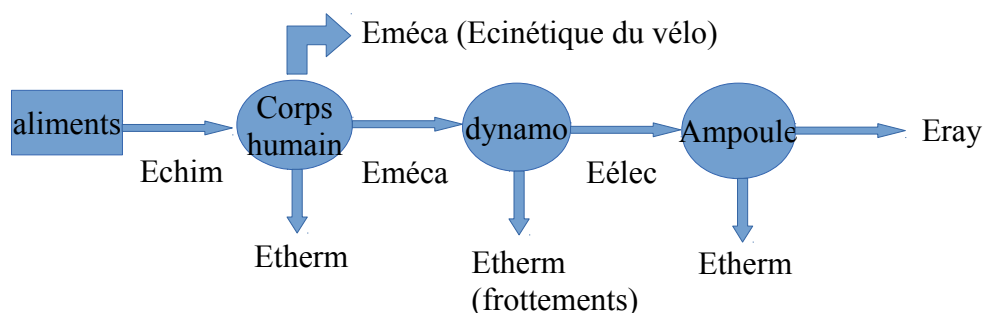
E rayonnante (ampoule)

E therm (chaleur dégagée par l'ampoule)

Toutes ces E se transforment entre elles par des système de conversion.

On représente cette suite de transformation par :

- un rectangle (réserve)
- un cercle (système de transformation)



Ce schéma illustre la chaîne énergétique.

Remarque : à chaque système de transformation, il y a de l'Etherm.

Cette E peut être utilisée dans le système de transformation (ex : convecteur) mais est inutilisée dans la majorité des cas.

Pour cette raison, on dit que l'Etherm est une forme dégradée de l'E.

On calcule alors le rendement, noté η , d'un système de transformation (exprimé sous forme de %).

$$\eta = \text{sortie} / \text{entrée}$$

5. Mesure de l'énergie

Afin de calculer le rendement, il faut une unité de mesure à l'E.

Historiquement, on mesure l'E en calorie (E therm).

1 cal = l'Etherm nécessaire pour élever la t° de 1 g d'eau de 1°C.

Le physicien James Prescott Joule a réalisé une expérience qui a mis en relation l'Etherm et l'Eméca (http://fr.wikipedia.org/wiki/Exp%C3%A9rience_de_Joule).

L'unité utilisée pour mesurer toutes les énergies est le Joule (J).

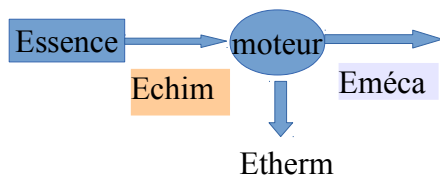
$$1 \text{ cal} = 4,185 \text{ J}$$

ex : un radiateur électrique absorbe une Eélec = 800 J et restitue une Etherm = 750 J. Calculer le rendement de ce système de transformation.

$$\begin{aligned}\eta &= \text{sortie} / \text{entrée} \\ \eta &= 750 / 800 \\ \eta &= 0,9375 \\ \eta &= 0,94 \\ \eta &= 94 \%\end{aligned}$$

ex 2 : un moteur thermique possède un rendement de 30%.

Si l'Eméca représente 800 kJ, calculer l'Echim consommée.



on sait que : $\eta = \text{sortie} / \text{entrée}$

$$30\% = 800 / \text{Echim}$$

$$\text{Echim} = 800 / 0,3 = 2667 \text{ kJ}$$

D'après la chaîne énergétique : $\text{Echim} = \text{Etherm} + \text{Eméca}$

Calculer l'Etherm.

$$\text{Etherm} = \text{Echim} - \text{Eméca} = 2667 - 800 = 1867 \text{ kJ}$$

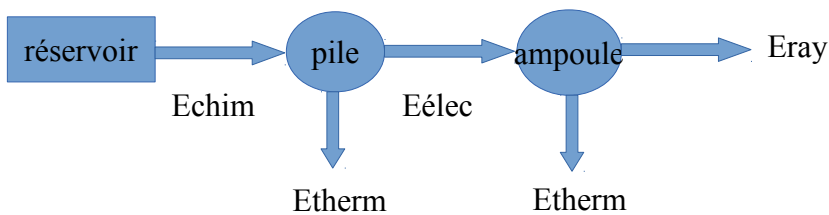
A faire : réaliser la chaîne énergétique d'une pile électrique qui alimente une ampoule.

Si le rendement de la pile est de 95%, calculer E perdue si la pile délivre une E = 80 J.

lundi 10 décembre 2012

correction exercices

réaliser la chaîne énergétique d'une pile électrique qui alimente une ampoule.



Remarque : il y a 2 systèmes de transformation (la pile et l'ampoule)

Si le rendement de la pile est de 95%, calculer E perdue si la pile délivre une $E = 80 \text{ J}$.

Sur le schéma $E_{\text{élec}} = E = 80 \text{ J}$.

on sait que : $\eta = E_{\text{élec}} / E_{\text{chim}}$

$$95\% = 80 / E_{\text{chim}}$$

$$E_{\text{chim}} = 80 / 0,95 = 84,2 \text{ J}$$

$$E_{\text{chim}} = E_{\text{élec}} + E_{\text{therm}}$$

$$E_{\text{therm}} = E_{\text{chim}} - E_{\text{élec}} = 84,2 - 80,0 = 4,2 \text{ J (pertes)}$$

L'ampoule possède un rendement de 80%

1. calculer l'Erayonnante obtenue

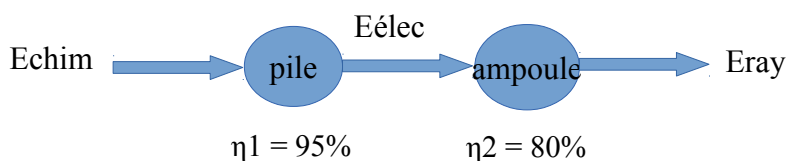
on sait que : $\eta = E_{\text{ray}} / E_{\text{élec}}$

$$80\% = E_{\text{ray}} / 80$$

$$80\% \times 80 = E_{\text{ray}}$$

$$E_{\text{ray}} = 0,8 \times 80 = 64 \text{ J}$$

2. calculer le rendement global du système



Le rendement global η est égal au produit de tous les rendements :

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 = 0,95 \times 0,80 = 0,76 = 76 \%$$

6. Puissance

Prenons l'exemple de 2 voitures :

- ferrari
- 2 CV

La ferrari est + puissante que la 2CV.

Dans un même temps t (départ arrêté de 0 à 100km/h), la Ferrari consomme plus d'E que la 2 CV.

Plus un système est puissant, plus il consomme d'Energie par unité de temps.

On en déduit : $P = E / t$

- P : puissance en Watt (W)
- E : énergie en Joule (J)
- t : temps en s

ex : calculer l'E consommée par une lampe de 60 W qui reste allumée 2 heures.

Lundi 17 décembre 2012

correction exercice : calculer l'E consommée par une lampe de 60 W qui reste allumée 2 heures.

On sait que $P = E / t$

donc $E = P.t = 60 \times (2 \times 60 \times 60) = 432\,000 \text{ J} = 432 \text{ kJ}$

Historiquement, la puissance était donnée par rapport au travail que pouvait fournir les animaux (les chevaux).

Lorsque l'ère industrielle est arrivée, il a fallu donner une conversion entre la puissance animale et mécanique.

1 cheval-vapeur : $1\text{ch} = 746 \text{ W}$

pour en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/James_Watt

remarque : à propos de la mesure de l'énergie électrique.

On sait que $P = E / t$

donc $E = P.t$

Les appareils électrique consomment une puissance en kW (kiloWatt) pendant une durée généralement exprimée en h (heures).

L'énergie facturée par EDF s'exprime en kW.h

ex 1: donner la conversion $\text{kW.h} \rightarrow \text{J}$ ($1 \text{ kW.h} = ? \text{ J}$)

$1000 \times 3600 = 3\,600\,000 \text{ J} = 3\,600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ}$

ex 2 : un four électrique consomme une puissance de 3 kW.

On fait cuire une pizza pendant 20 min.

Le coût énergétique facturée par EDF est de 0,1181 € TTC / kW.h.

1. calculer l'E consommée pour faire cuire la pizza

il est + simple de calculer en kW.h

$P = 3 \text{ kW}$

$t = 20 \text{ min} = ? \text{ h} = 60 / 20 = 0,3 \text{ h}$

$E = P.t = 3 \times 0,3 = 0,9 \text{ kW.h}$

2. calculer le coût énergétique de la cuisson

coût = $E \times \text{prix} = 0,9 \times 0,1181 = 0,10629 = 0,11 \text{ centimes}$

ex 7p18 :

Les miroirs d'une centrale solaire captent une aisance rayonnante de 1 kW/m^2

7.1. Calculer l'énergie captée en une heure par m^2 de miroir. Exprimer le résultat en kJ et en kWh.

7.2. Calculer la surface de miroir qu'il faudrait installer pour que la puissance captée soit équivalente à la puissance d'une éolienne de 1 MW.

$P = 1 \text{ kW/m}^2$

7.1. calculer E en 1 h (kJ et kW.h)

$$E = P.t = 1000 \times 3600 = 3\,600 \text{ kJ par m}^2$$

$$E = 1 \times 1 = 1 \text{ kW.h par 1 m}^2$$

7.2. calculer la surface S pour avoir $P = 1 \text{ MW} = 1000 \text{ kW}$

$$S = 1000 / 1 = 1000 \text{ m}^2$$

ex 8p18

La dépense énergétique d'un homme de 25 ans 65 kg et vivant sous un climat tempéré est évaluée à 12500 kJ/jour pour une activité modérée. Calculer la puissance correspondante.

$$E = 12500 \text{ kJ/jour}$$

$$1 \text{ jour} = 24 \text{ h} = 24 \times 60 \text{ min} = 24 \times 60 \times 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ k} = 1000$$

$$1 \text{ M} = 1000 \text{ k} = 1\,000\,000$$

$$\text{calculer } P = E / t = 12500 \times 1000 / (24 \times 60 \times 60) = 144,68 \text{ W}$$

ex12p19

On estime qu'une tonne de pétrole fouina 42 GJ d'énergie thermique ou 4500 kWh d'électricité.

Calculer le rendement de la centrale qui convertit l'énergie thermique en énergie électrique.

On donne : $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ kJ}$.

1t pétrole donne $E_{\text{therm}} = 42 \text{ GJ}$ ($42\,000 \text{ MJ} = 42\,000\,000 \text{ kJ}$)

on obtient $E_{\text{elec}} = 4500 \text{ kW.h}$

calculer le rendement : $\eta = \text{sortie} / \text{entrée} = E_{\text{elec}} / E_{\text{therm}}$

on sait que $1 \text{ kW.h} = 3600 \text{ kJ}$

$$\eta = 4500 \times 3600 / 42\,000\,000 = 0,39 = 39 \%$$

semaine prochaine (lundi) : contrôle sur ce chapitre cours + exercices

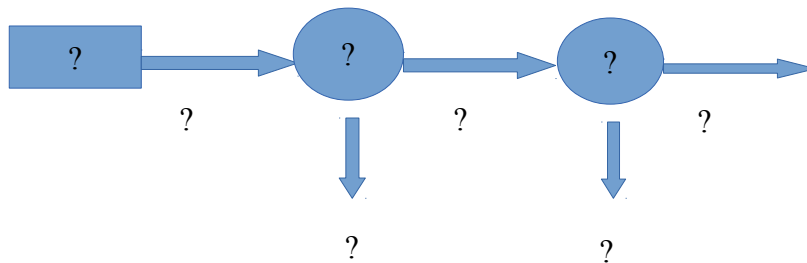
- 2 pts 1. Donner la définition du mot « énergie ».
- 2 pts 2. Indiquer le principe de conversion.
- 2 pts 3. Indiquer le principe de conservation.
- 3 pts 4. Donner les 6 formes d'énergie.
- -
 -
 -
 -
 -
- 2 pts 5. Indiquer la forme d'énergie associée à la calorie.
- 2 pts 6. Indiquer la forme d'énergie associée au cheval-vapeur.
- 2 pts 7. Indiquer l'unité énergétique couramment employée pour l'énergie électrique.
- 2 pts 8. Donner la formule de la puissance AVEC les unités.
- 2 pts 9. Donner la définition d'une énergie renouvelable.
- 2 pts 10. Donner la définition d'une énergie fossile.

Un four à micro-ondes est un appareil électroménager utilisé principalement pour le chauffage et la cuisson rapide d'aliments, par agitation des molécules d'eau qu'ils contiennent sous l'effet d'un rayonnement micro-onde. Ce rayonnement est généré par un élément du four appelé magnétron.

- 4 pts 1. Donnez la chaîne énergétique d'un four à micro ondes à plateau tournant.
- 2 pts 2. Un four à micro ondes de 800 W fonctionne pendant 2 minutes.
Calculer l'énergie absorbée en J et kW.h

Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent en électricité grâce à un système de pâles qui entraîne un alternateur. On suppose que l'énergie cinétique du vent sur une journée est de 3000 kJ.

- 2 pts 1. Calculer la puissance moyenne fournie par le dispositif.
- 4 pts 2. Compléter la chaîne énergétique ci-dessous :



- 2 pts 3. Sachant que les pertes mécaniques du 1^{er} système de transformation sont estimées à 500 kJ. Calculer le rendement η_1 du 1^{er} système de transformation.
- 2 pts 4. Sachant que l'éolienne fournit une énergie de 2250 kJ, calculer le rendement η_2 du 2^{ème} système de transformation.
- 2 pts 5. En déduire le rendement global η du dispositif.

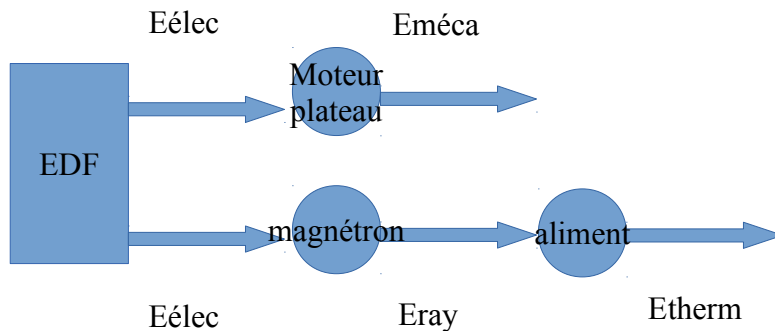
1. Four micro onde

Un **four** à micro-ondes est un appareil électroménager utilisé principalement pour le chauffage et la cuisson rapide d'aliments, par agitation des molécules d'eau qu'ils contiennent sous l'effet d'un rayonnement micro-onde. Ce rayonnement est généré par un élément du four appelé **magnétron**.

1.1. Donnez la chaîne énergétique d'un four à micro ondes à **plateau** tournant.

Systèmes de transformation :

- magnétron
- moteur plateau
- ampoule (non pris en compte de l'énoncé)



1.2. Un four à micro ondes de 800 W fonctionne pendant 2 minutes.

Calculer l'énergie absorbée en J et kW.h

$$P = E / t$$

$$E = P \cdot t = 800 \times 2 \times 60 = 96\,000 \text{ J}$$

$$E = 0,8 \times 2 / 60 = 0,02666 = 0,027 \text{ kW.h (27 W.h)}$$

attention à la conversion :

diviser par 1000 pour avoir des kW $800 / 1000 = 0,8$

produit en croix pour avoir des heures $2 \text{ min} / 60 \text{ min}$

2. éolienne

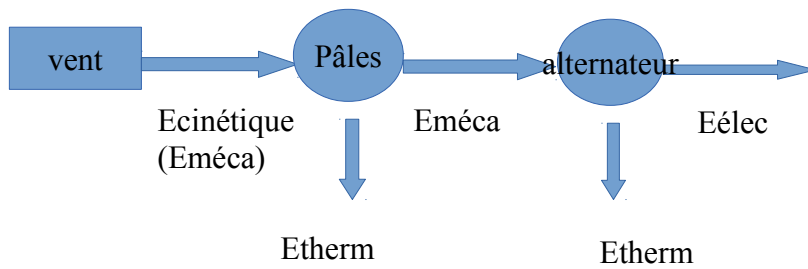
Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du **vent** en électricité grâce à un système de **pâles** qui entraîne un **alternateur**. On suppose que l'énergie cinétique du vent sur une journée est de 3000 **kJ**.

2.1. Calculer la puissance moyenne fournie par le dispositif.

$$P = E / t = 3000 \cdot 10^3 / (24 \times 60 \times 60) = 34,72222 = 34,72 \text{ W}$$

conversion : 1 j = 24 h = 24 x 60 x 60 s

2.2. Compléter la chaîne énergétique ci-dessous :



2.3. Sachant que les pertes mécaniques du 1^{er} système de transformation sont estimées à 500 kJ. Calculer le rendement η_1 du 1^{er} système de transformation.

$$\eta_1 = E_{\text{méca}} / E_{\text{cinétique}} = (3000 - 500) / 3000 = 0,8333 = 0,83 = 83 \%$$

2.4. Sachant que l'éolienne fournit une énergie de 2250 kJ, calculer le rendement η_2 du 2^{ème} système de transformation.

$$\eta_2 = E_{\text{élec}} / E_{\text{méca}} = 2250 / (3000 - 500) = 0,9 = 90 \%$$

2.5. En déduire le rendement global η du dispositif.

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,83 \times 0,90 = 0,747 = 0,75 = 75 \%$$

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

1. Rappels

Lors de la séance de TP, nous avons rencontré différents termes vus dans les classes précédentes.

Tension électrique : **FORCE** qui sert à mettre en mouvement des e^- . On parle de **force électromotrice** (f.é.m.). Elle se mesure en Volt (V) à l'aide d'un voltmètre branché en dérivation (ou //).

Intensité électrique : **DEBIT** qui mesure la qté Q d' e^- qui circulent (courant) pendant un temps t donné.

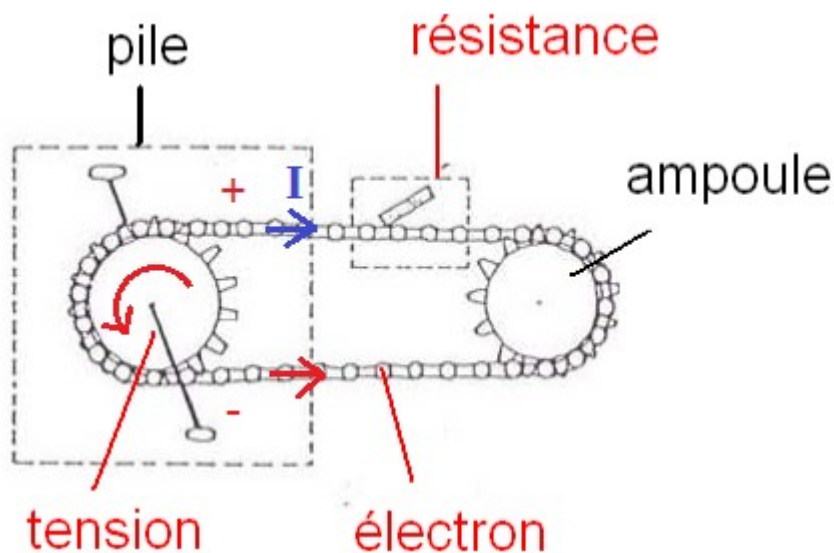
$$I = Q / t$$

- I se mesure en Ampère (A) à l'aide d'un ampèremètre qui se branche en série (dans le circuit).
- Q = qté d' e^- en Coulomb (C), pour en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles-Augustin_Coulomb
- t = temps en s

Résistance : elle s'oppose au passage du courant et diminue l'intensité dans un circuit. Elle se mesure en Ohm (Ω) à l'aide d'un ohmmètre.

Pour en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/Georg_Ohm

modélisation :



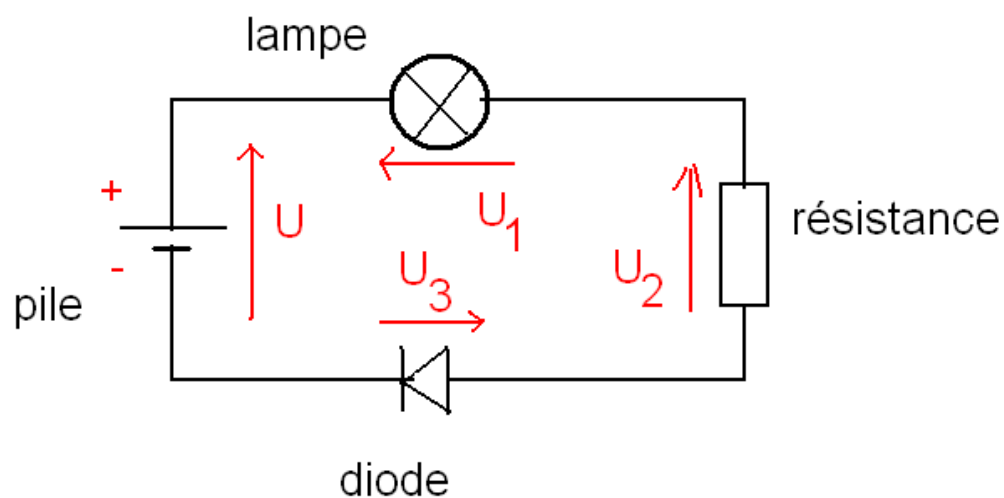
2. lois électriques

2.1. lois des tensions

1. Additivité des tensions : les tensions en série s'ajoutent.

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

2. Loi des mailles : la tension d'un générateur (appareil qui fournit une fém) se répartit aux bornes des différents dipôles (appareils qui possèdent 2 pôles = récepteur électrique qui « consomme » du courant mais n'en fournit pas) du circuit électrique.



1. Objectif du TP

Déterminer la relation entre tension et courant électrique dans un circuit résistif en courant continu.

2. Matériel & instruments de mesure

- Résistance : $R_1 = 330 \, \Omega$ et $R_2 = 27 \, \Omega$
- une plaque de montage
- 5 fils électrique (2 rouge, 3 noir)
- un générateur de tension continue variable 0-15 V
- un voltmètre
- un ampèremètre
- une feuille de papier millimétré

3. Protocole

- Manipulation :
- Choisir une résistance
 - Réaliser le montage électrique à partir du schéma ci-dessous.
 - Placer le voltmètre pour mesurer la tension électrique U aux bornes de la résistance R .
 - Placer l'ampèremètre pour mesurer l'intensité électrique I du circuit.
 - **Appeler le professeur.**
 - Brancher le circuit.
 - Faire varier la tension du générateur G pour compléter le tableau de mesures ci-dessous.
 - Recommencer l'expérience avec la 2ème résistance.

Schéma de montage :

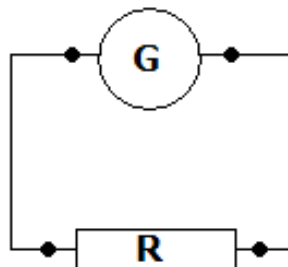
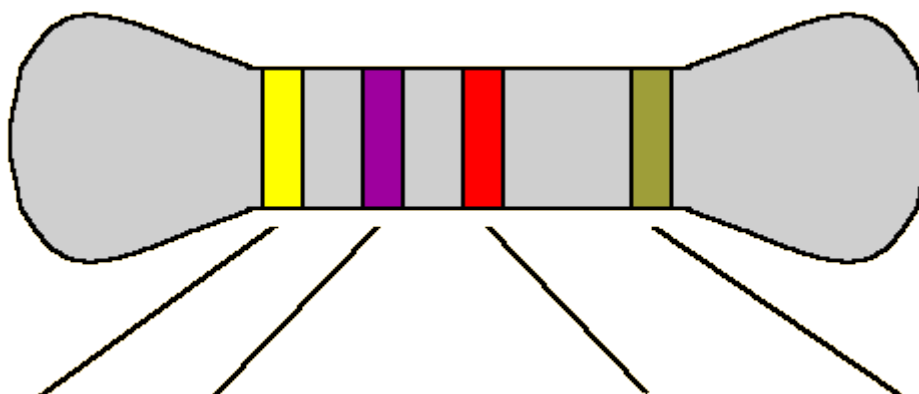


Tableau de mesures :

Résistance	Tension U (V)	0	1	2	...
$R_1 = \dots \, \Omega$	Intensité I (mA)				
$R_2 = \dots \, \Omega$	Intensité I' (mA)				

4. Exploitation

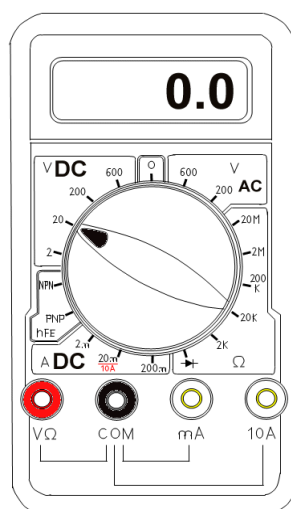
- 1 pt 4.1. Recopier le schéma de montage en plaçant et en indiquant le symbole des appareils de mesure.
- 5 pts 4.2. Recopier et compléter le tableau de mesures ci-dessus.
Donner une méthode simple qui permet de trouver une relation entre la tension U et l'intensité I .
- 2 pts 4.3. En déduire la relation entre la tension U et l'intensité I pour les résistances R_1 et R_2 .
- 1 pt 4.4. En déduire la loi entre la tension U et l'intensité I pour une résistance quelconque
- 1 pt R .
- 4.5. Donner une interprétation physique de la relation précédente.



	1° anneau gauche	2° anneau gauche	3° anneau gauche (fac)	Dernier anneau gauche	Anneau droite
	1° chiffre	2° chiffre	3° chiffre	Multiplicateur	Tolérance
noir	0	0	0	1	-
marron	1	1	1	10	1%
rouge	2	2	2	10 ²	2 %
orange	3	3	3	10 ³	-
jaune	4	4	4	10 ⁴	-
vert	5	5	5	10 ⁵	0,50%
bleu	6	6	6	10 ⁶	0,25%
violet	7	7	7	10 ⁷	0,10%
gris	8	8	8	10 ⁸	0,01%
blanc	9	9	9	10 ⁹	-
or	-	-	-	0.1	5 %
argent	-	-	-	0.01	10 %

**Voltmètre
Tension continue**

Ampèremètre



**Voltmètre
Tension alternative**

Ohmmètre

Schéma de montage :

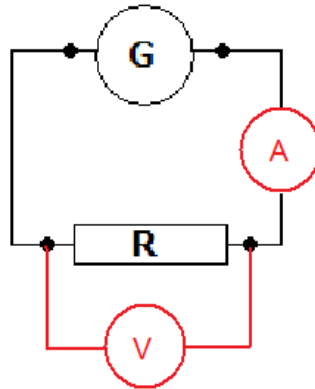


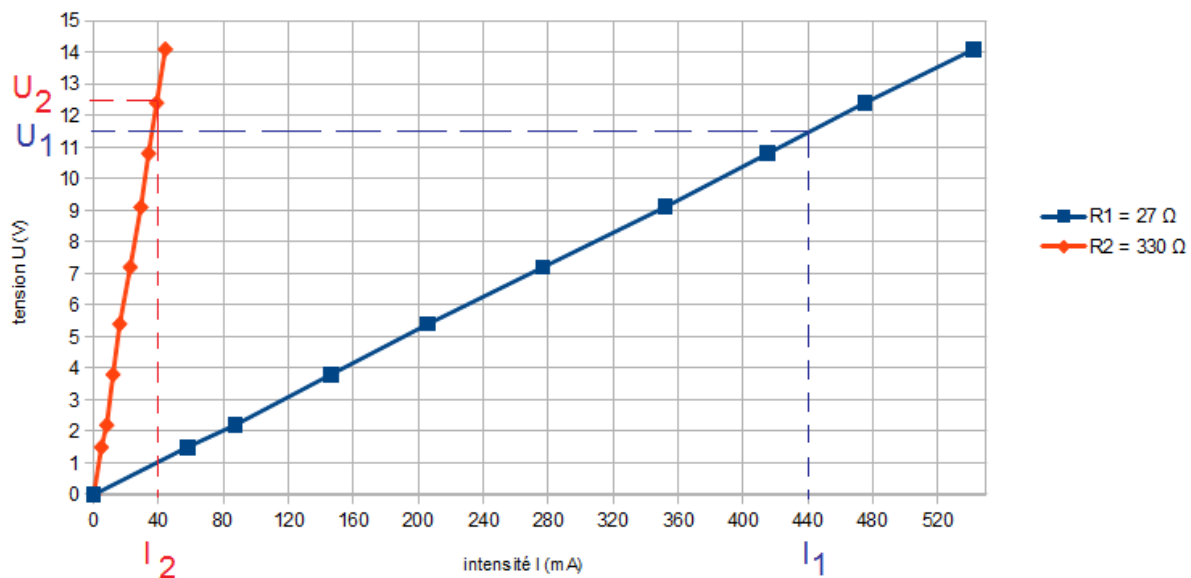
Tableau de mesures :

Résistance	Tension U (V)	0	1,5	2,2	3,8	5,4	7,2	9,1	10,8	12,4	14,1
$R_1 = 27 \Omega$	Intensité I (mA)	0	58	87	146	206	277	352	415	475	542
$R_2 = 330 \Omega$	Intensité I' (mA)	0	5	8	12	16	23	29	34	39	44

4.2. Traçons $U = f(I)$ pour tenter de trouver une corrélation entre la tension U et l'intensité I.

Tension en fonction de l'intensité

en courant continu



graphiquement nous obtenons des droites qui passent par l'origine quand on trace la tension en fonction de l'intensité.

Conclusion : courant I et tension U sont proportionnelles

4.3. les droites représentent des fonctions linéaires d'équation générale $y = a.x$ (a, coefficient directeur de la droite encore appelé coefficient de proportionnalité).

Pour déterminer ce coefficient, il suffit de calculer $a = y / x$

Dans nos 2 cas :

- $a_1 = U_1 / I_1$

- $a_2 = U_2 / I_2$

on lit graphiquement les valeurs :

- $a_1 = 11,5 / (440.10^{-3})$ attention aux unités : conversion mA $\rightarrow$ A !!
- $a_2 = 12,5 / (40.10^{-3})$

on trouve :

- $a_1 = 26$
- $a_2 = 313$

on constate que ces valeurs sont très proches des valeurs des résistances R_1 et R_2 sachant que ces valeurs sont données à $\pm 5 \%$ ($R_1 = 27 \pm 1 \Omega$ et $R_2 = 330 \pm 17 \Omega$).

finalement :

- $U_1 = 26 \times I_1$
- $U_2 = 313 \times I_2$

4.4. U et I sont proportionnelles, le coefficient de proportionnalité correspond à la valeur de la résistance R.

d'où : **$U = R.I$ (loi d'Ohm)**

- U en Volt (V)
- I en Ampère (A)
- R en Ohm (Ω)

lundi 14 janvier 2013

La flèche indique la tension (potentiel électrique) la plus élevée.

Par convention la tension de référence **0V** est appelé **masse** .

On vérifie : $U = U_1 + U_2 + U_3$

Remarque : la mesure de la tension est une valeur algébrique (signe + ou -) qui va dépendre du sens du courant.

Si on mesure une tension d'un point A à un point B : $U_{AB} = U_A - U_B = 1,5 - 0 = + 1,5 \text{ V}$

alors la tension de B à A : $U_{BA} = - 1,5 \text{ V}$

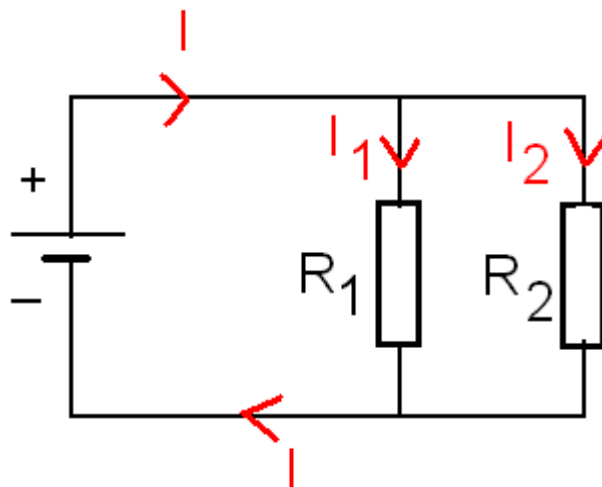
$$U_{AB} = -U_{BA}$$

2.2. Lois des nœuds électriques

Rappel : le **Sens Conventionnel** du courant (SC) qui sort d'un générateur part de la **borne + vers la borne -**. Les **e** circulent dans le **sens inverse**.

- L'**anode** est la borne du dipôle par laquelle **rentre le courant**.
- La **cathode** c'est l'**inverse**.

On dispose du schéma électrique suivant :



Par analogie avec l'hydraulique : la somme des intensités qui arrivent à un nœud électrique = sommes des intensités qui en repartent.

$$I = I_1 + I_2$$

Ex : $U_{\text{pile}} = 5 \text{ V}$, $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 330 \Omega$

1. calculer I_1 et I_2

loi d'Ohm : $U_{\text{pile}} = R_1 \cdot I_1$

$$5 = 100 \times I_1$$

$$5 / 100 = I_1$$

$$I_1 = 0,05 \text{ A} = 50 \text{ mA}$$

pour I_2 :

$$I_2 = U_{\text{pile}} / R_2$$

$$I_2 = 5 / 330 = 0,0151515 = 0,015 \text{ A} = 15 \text{ mA}$$

2. en déduire la valeur de I

$$\text{loi des nœuds } I = I_1 + I_2 = 50 + 15 = 65 \text{ mA}$$

à faire : ex4p182

1. Objectif du TP

Tracer la caractéristique d'une diode.

2. Matériel & instruments de mesure

- Diode (redressement N4700)
- Résistance 330 Ω
- une plaque de montage
- 5 fils électrique
- un générateur de tension variable
- un voltmètre
- un ampèremètre

3. Protocole

- Manipulation :
- Réaliser le montage électrique à partir du schéma ci-dessous.
 - Placer le voltmètre pour mesurer la tension électrique U aux bornes de la diode D .
 - Placer l'ampèremètre pour mesurer l'intensité électrique I du circuit.
 - **Appeler le professeur.**
 - Brancher le circuit.
 - Faire varier la tension du générateur G pour compléter le tableau de mesures ci-dessous.

Schéma de montage :

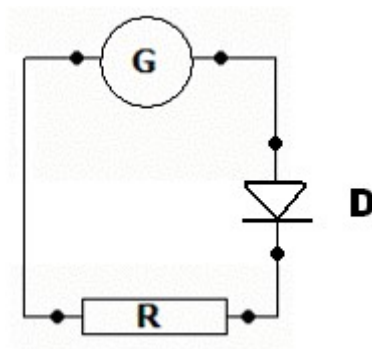


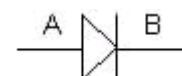
Tableau de mesures :

Tension U (V)	...	-0,5	0	0,5	...
Intensité I (A)					

4. Exploitation

- 4.1. Recopier le schéma de montage en indiquant le symbole des appareils de mesure.
- 4.2. Indiquer à quoi sert la résistance R .
- 4.3. Tracer la courbe $I = f(U)$.
- 4.4. En déduire la valeur de la résistance r de la diode quand elle est passante.

Les diodes sont des dipôles polarisés. Leur symbole est donc dissymétrique.



Le composant est un petit cylindre noir, l'extrémité correspondant au pôle B est cerclée de blanc.

Schéma de montage :

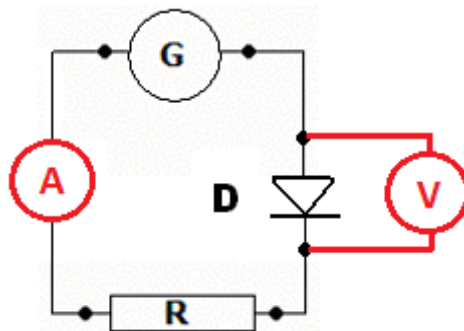


Tableau de mesures :

Tension U (V)	-2,50	-1,40	0,00	0,30	0,52	0,65	0,70	0,75	0,78	0,80	0,86
Intensité I (mA)	0	0	0	0	0	5	20	39	105	158	285

Indiquer à quoi sert la résistance R.

à limiter l'intensité du courant pour éviter de détruire la diode.

Tracer la courbe $I = f(U)$.

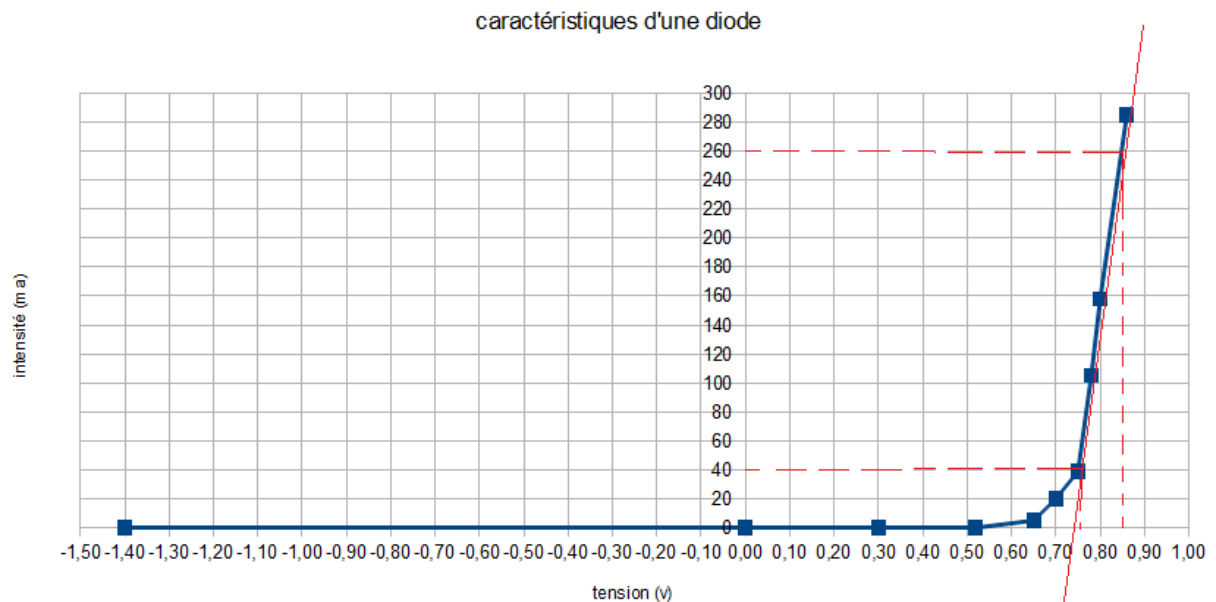
En déduire la valeur de la résistance r de la diode quand elle est passante.

Loi d'Ohm : $U = R \cdot I$

d'où : $R = U / I$

graphiquement : $R = \Delta U / \Delta I$

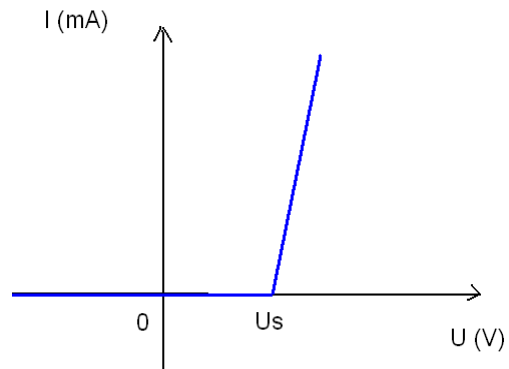
$R = (0,85 - 0,75) / (260 \cdot 10^{-3} - 40 \cdot 10^{-3}) = 0,454545 = 0,45 \, \Omega$



La diode est passante à partir d'une certaine tension, appelée tension de seuil notée U_s .

Pour une diode, $U_s = 0,6 \text{ V}$.

La caractéristique d'une diode parfaite sera :



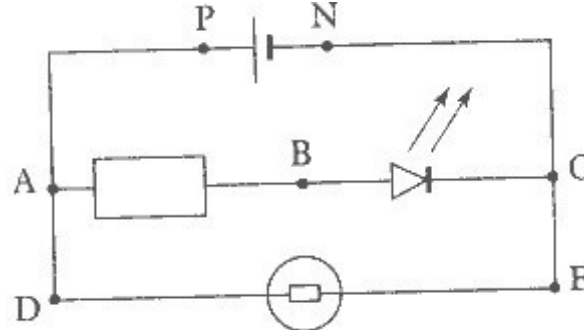
d'où la tension u aux bornes d'une D : $U = U_s + r.I$

- U_s : tension de seuil (V)
- r : résistance interne de la diode (Ω)
- I : Intensité du courant (A)

correction **ex4p182**

Des mesures de tension effectuées sur le montage représenté. ci-dessous donnent :

$$U_{PN}=4,4\text{V}, U_{AB}=1,8\text{V}.$$



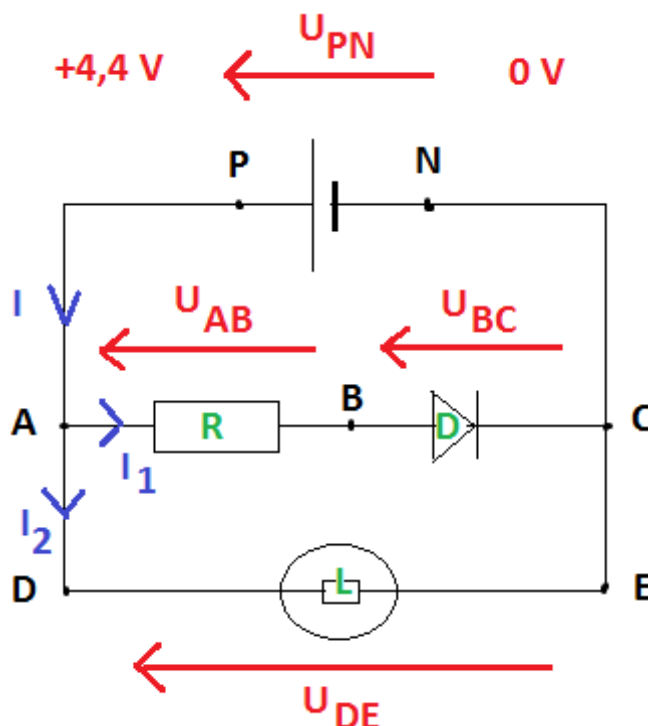
4.1. Déterminer la valeur des tensions U_{AC} , U_{DE} et U_{BC} .

4.2. On dispose de trois ampèremètres et on veut mesurer les intensités des courants qui traversent la pile, la D.E.L. et la lampe.

Reproduire le schéma du montage en y faisant figurer les trois ampèremètres.

4.3. Indiquer le sens du courant dans chaque branche du circuit.

4.4. L'intensité du courant qui traverse la pile est 520 mA et l'intensité dans la lampe est 0,25 A. Calculer l'intensité du courant dans la D.E.L.



$$U_{PN} = U_{AB} + U_{BC}$$

$$4,4 = 1,8 + U_{BC}$$

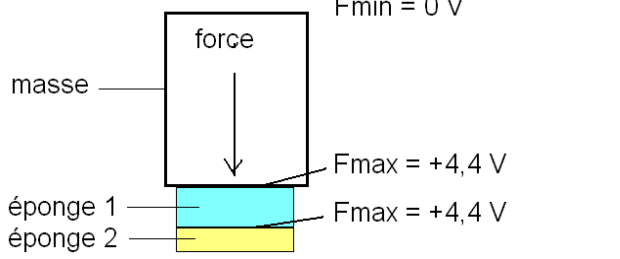
$$U_{BC} = 4,4 - 1,8 = 2,6 \text{ V}$$

$$\text{loi des nœuds } I = I_1 + I_2$$

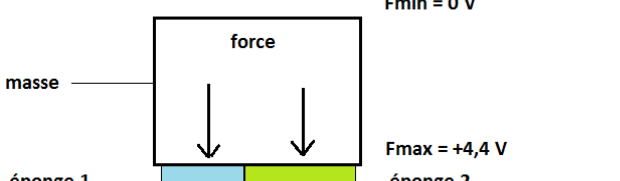
$$I_1 = I - I_2$$

$$I_1 = 520 - 250 = 270 \text{ mA}$$

Modélisation // : (R + D) // L

 masse force éponge 1 éponge 2 $F_{min} = 0 \text{ V}$ $F_{max} = +4,4 \text{ V}$ $F_{max} = +4,4 \text{ V}$	On suppose que les éponges ont une masse négligeables. La force (tension) appliquée sur des éponges (éléments de circuit) en // est identique sur les 2 éponges. Donc $U_{PN} = U_{AB} = U_{DE}$
---	--

Modélisation série : R en série avec D

 masse force éponge 1 éponge 2 $F_{min} = 0 \text{ V}$ $F_{max} = +4,4 \text{ V}$	La force (tension) appliquée sur des éponges (éléments de circuit) en série se répartie entre les 2 éponges. Donc $U_{PN} = U_{AB} + U_{BC}$
--	---

sur feuille ex6p183 + ex13p185

3. Association de résistances

3.1. association série

Lorsque des résistances sont en séries, les valeurs des résistances s'ajoutent.

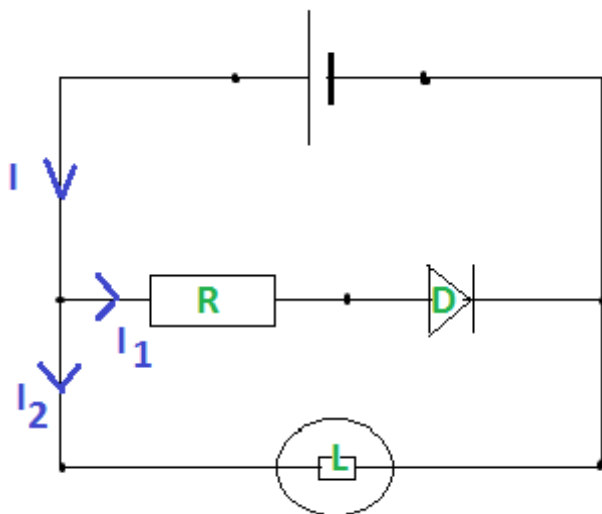
$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

3.2. association //

On montre qu'en dérivation les inverses des résistances s'ajoutent.

$$\begin{aligned}\frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R} &= \frac{1 \cdot R_2}{R_1 \cdot R_2} + \frac{1 \cdot R_1}{R_2 \cdot R_1} \\ \frac{1}{R} &= \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \\ R &= \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}\end{aligned}$$

Ex : on dispose du schéma suivant



$$R = 100 \, \Omega$$

$$R_D = 2 \, \Omega$$

$$R_L = 50 \, \Omega$$

En série : résistance équivalente R_1 à $R + D$,

$$R_1 = R + R_D = 100 + 2 = 102 \, \Omega$$

En dérivation : résistance équivalente R_{eq} à l'ensemble de $R_1 // R_L$

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_L$$

$$1/R_{eq} = 1/102 + 1/50 = 0,03$$

$$R_{eq} = 1 / 0,03 = 33,33333 = 33 \, \Omega$$

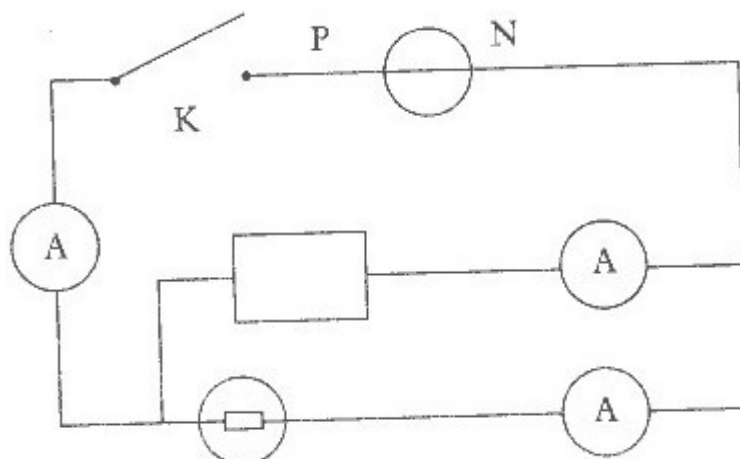
à faire : ex 16p185

Jeudi 31 janvier 2013

correction exercices

ex6p183

Au cours d'une séance de travaux pratiques quatre groupes d'élèves ont réalisé des mesures d'intensité sur le montage de la figure ci-dessous. Chaque groupe dispose de lampes et de conducteurs ohmiques différents.



Le professeur a donné les consignes suivantes :

- noter I , I_1 et I_2 les intensités respectives des courants qui traversent la pile, le conducteur ohmique et la lampe
- présenter les résultats dans un tableau.

Les résultats des différents groupes sont consignés dans le tableau suivant.

	I	I_1	I_2
GRUPE 1	- 0,35 A	0,15 A	0,20 A
GRUPE 2	270 mA	120 mA	
GRUPE 3	0,32 A	0,50 A	0,18 A
GRUPE 4	250 mA	130 mA	190 mA

À la lecture des résultats, le professeur fait les commentaires suivants :

- Groupe 1 : « Vous avez commis une erreur de branchement »
- Groupe 2 : « Vous avez oublié de reporter la valeur de I_2 »
- Groupe 3 : « Vous avez commis une erreur dans le report des résultats »
- Groupe 4 : « Vous refaites le montage et les mesures »

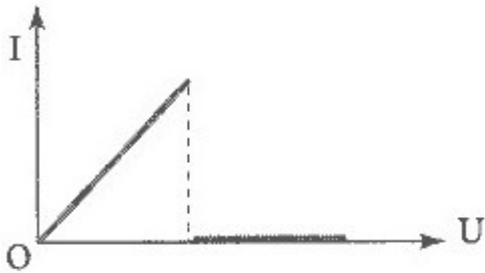
Justifier ces commentaires en apportant éventuellement la solution aux déconvenues de ces élèves étourdis.

- groupe 1 : signe négatif du courant pour I , changer le sens du branchement de l'Ampèremètre

- groupe 2 : il faut placer l'ampèremètre sur le bon calibre pour prendre une mesure
- groupe 3 : loi des nœuds, $I = I_1 + I_2$, il faut intervertir les mesures de I et
- groupe 4 : la loi des nœuds n'est pas valide

ex13p185

En construisant la caractéristique tension-intensité d'un conducteur ohmique, un élève a trouvé le tracé suivant.



Donner une explication technique justifiant ce résultat.

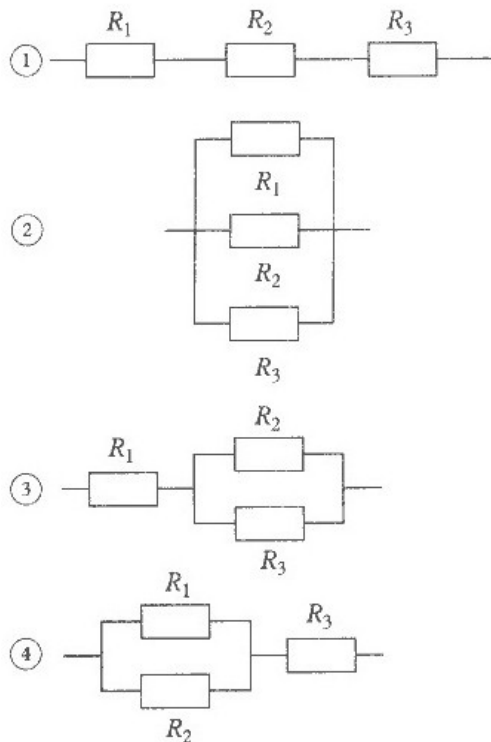
La loi d'Ohm est vérifiée dans la première partie du graphique.

A partir d'une certaine tension, l'intensité du courant est trop importante et le conducteur est détruit : sa résistance devient infinie, le courant ne circule plus.

ex 16p185

On dispose de trois conducteurs ohmiques de résistances $R_1 = 10 \, \Omega$, $R_2 = 20 \, \Omega$ et $R_3 = 40 \, \Omega$.

On associe ces conducteurs selon les montages suivants.



Calculer la résistance R équivalente à chacune de ces associations.

$$1. \text{ R en série : } R = R_1 + R_2 + R_3 = 10 + 20 + 40 = 70 \, \Omega$$

$$2. \text{ } R_1 + R_2 // : \quad R' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = 6,666 = 7 \, \Omega$$

$$R' + R_3 // : \quad R = \frac{R' \cdot R_3}{R' + R_3} = \frac{7 \times 40}{7 + 40} = 5,957 = 6 \, \Omega$$

$$3. \text{ } R_2 + R_3 // : \quad R' = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{20 \times 40}{20 + 40} = 13,333 = 13 \, \Omega$$

$$R' + R_1 \text{ série : } R = R' + R_1 = 13 + 10 = 23 \, \Omega$$

$$4. \text{ } R_1 + R_2 // : \quad R' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = 7 \, \Omega$$

$$R' + R_3 \text{ série : } R = R' + R_3 = 7 + 40 = 47 \, \Omega$$

1. Objectif du TP

Déterminer la caractéristique d'un générateur.

2. Matériel & instruments de mesure

- Pile électrique 4,5 V
- Résistance 27 Ω
- Potentiomètre 2,2 k Ω
- une plaque de montage
- fils électriques
- un voltmètre
- un ampèremètre

3. Protocole

- Manipulation
- Réaliser le montage électrique à partir du schéma ci-dessous.
 - Placer le voltmètre pour mesurer la tension électrique U aux bornes du générateur.
 - Placer l'ampèremètre pour mesurer l'intensité électrique I du circuit.
 - **Appeler le professeur.**
 - Brancher le circuit.
 - Faire varier le potentiomètre et compléter le tableau de mesures ci-dessous.

Schéma de montage :

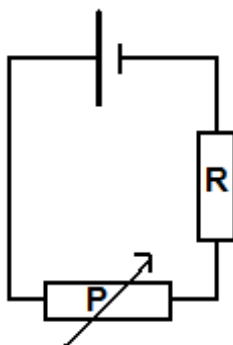


Tableau de mesures :

Tension U (V)										
Intensité I (mA)										

4. Exploitation

- 4.1. Recopier le schéma de montage en indiquant le sens conventionnel du courant électrique et les symboles des appareils de mesure.
- 4.2. Recopier et compléter le tableau de mesures ci-dessus.
- 4.3. Tracer la courbe $U = f(I)$.
- 4.4. Indiquer le domaine de fonctionnement du générateur.
- 4.5. En déduire la résistance interne r du générateur et sa f.é.m. E .
- 4.6. Tracer sur le même graphique la courbe $U_R = f(I)$ pour un point de fonctionnement à 4,3 V.
- 4.7. En déduire la valeur correspondante du potentiomètre.
- 4.8. Comparer le résultat précédent avec le calcul théorique et conclure.

Schéma de montage :

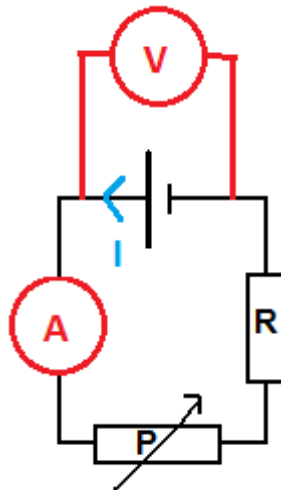


Tableau de mesures :

U(V)	4,00	4,15	4,20	4,30	4,35	4,40	4,50	4,53	4,56
I (mA)	145,2	133,3	117,9	86,1	69,6	53,5	25,6	16,8	10,5

Tracer la courbe $U = f(I)$.

Indiquer le domaine de fonctionnement du générateur.

domaine de fonctionnement = partie linéaire : 0 à 130 mA

En déduire la résistance interne r du générateur et sa f.é.m. E .

La f.é.m. de la pile est lue graphiquement pour $I = 0$: $E = 4,6$ V

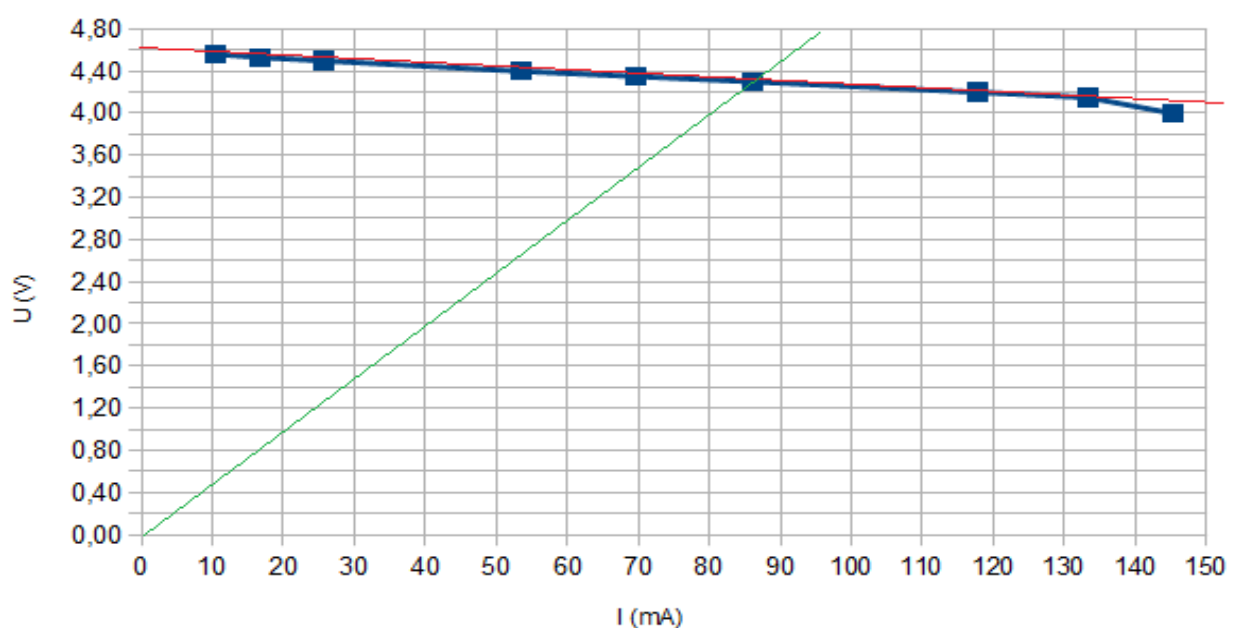
d'après la loi d'Ohm, $U = R.I$

d'où : $R = U / I$

graphiquement : $R = \Delta U / \Delta I$

$R = (4,6 - 4,2) / (120 \cdot 10^{-3} - 0) = 3,3333 = 3 \Omega$

caractéristiques d'un générateur



4. Étude de la pile

Voir TP

On a vu qu'un générateur de f.é.m. E délivre une tension U , diminuée d'une chute de tension qui dépend de l'intensité délivrée par le générateur.

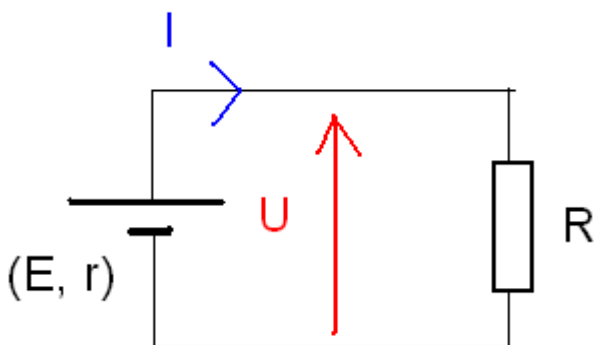
Tension générateur = f.é.m. – chute tension (loi d'Ohm)

$$U = E - r.I$$

- U = tension aux bornes du générateur (V)
- E = f.é.m du générateur (V)
- r = résistance interne de la pile (Ω)
- I = intensité délivrée par le générateur (A)

5. Point de fonctionnement d'un circuit

On branche en sortie de générateur une charge R .



On peut écrire :

- côté générateur : $U = E - r.I$
- côté résistance : $U = R.I$ (loi d'Ohm)

on a vu qu'il y a équilibre (fonctionnement du circuit) lorsque :

tension côté générateur = tension côté résistance

$$E - r.I = R.I$$

$$E = R.I + r.I$$

$$E = (R + r).I$$

$$I = \frac{E}{R+r} \quad \text{loi de Pouillet}$$

6. Puissances électriques

Souvent, il y a 2 indications portées sur les appareils électriques :

ex : 230 V – 100 W

- la 1ère indication donne la tension d'alimentation dans des conditions normales (tension nominale).
- La 2ème indication indique la puissance consommée sous cette tension nominale.

On montre que la puissance P , dépend à la fois de la tension U et de l'intensité I

$$P = U.I$$

- P = puissance en W
- U = tension en V
- I = intensité en A

ex : calculer le courant absorbé par l'appareil ci-dessus

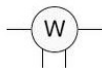
on sait que $P = U.I$

$$100 = 230 \times I$$

$$I = 100 / 230 = 0,43 \text{ A}$$

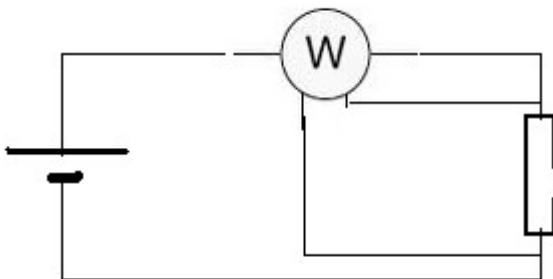
on mesure la puissance électrique avec un Wattmètre

symbole



le Wattmètre mesure à la fois la tension (//) et l'intensité (série).

Ex : on mesure la puissance consommée par une résistance.



W est en série dans le circuit et on le branche en // sur la résistance.

Remarque : lors du passage d'un courant électrique, il y a un échauffement dû à la résistance du matériau qui s'oppose au passage du courant.

Jeudi 14 février 2013

L'échauffement dans un conducteur est proportionnel au carré de l'intensité électrique.

On sait que $P = U.I$

Or $U = R.I$ (loi d'Ohm)

Donc $P = R.I.I = R.I^2$

On met en évidence les 2 paramètres qui influent sur les pertes par effet thermique : R et I .

L'effet Joule représente la conversion de l'Eelec en Etherm.

La puissance par effet Joule représente la puissance thermique dissipée par effet Joule dû au courant qui traverse un conducteur.

$$P = R.I^2$$

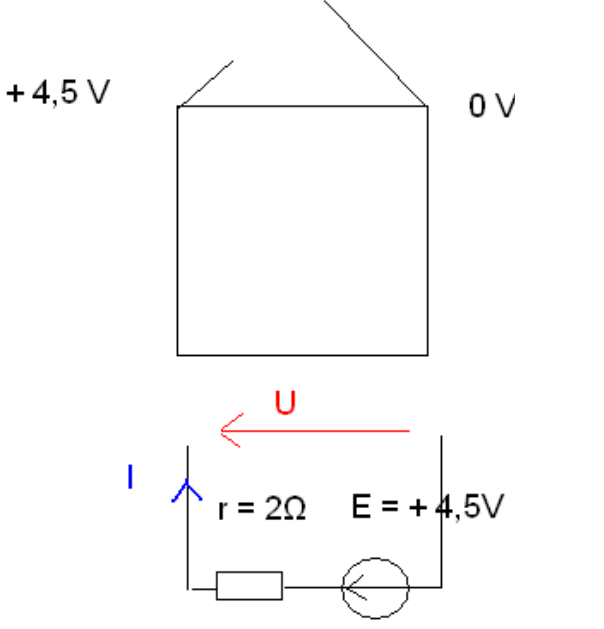
- P = puissance par effet Joule (W)
- R = résistance du matériau (Ω)
- I = intensité courant (A)

pour en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Joule

7. rendement

Rappel : le rendement $\eta = \text{sortie} / \text{entrée}$

pour une pile

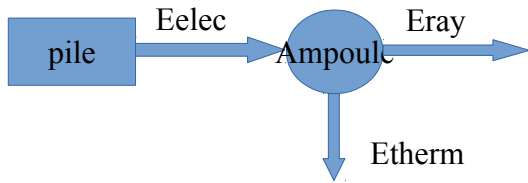
	$\eta = \text{tension sortie} / \text{tension entrée}$ $\eta = U / E$ $\eta = \frac{E - r.I}{E}$ $\eta = \text{puissance sortie} / \text{puissance entrée}$ $\eta = U.I / E.I$ $\eta = \frac{E.I - r.I^2}{E.I}$
---	--

Ex : une ampoule, alimentée par une pile, possède une résistance interne de 4Ω et est parcourue par un courant de 500 mA

Son rendement est de 60%

1. représenter la chaîne énergétique de l'ampoule
2. calculer les pertes par effets Joule

3. en déduire la puissance électrique absorbée



$$P_J = r.I^2 = 4 \times (500 \cdot 10^{-3})^2 = 4 \times 0,5^2 = 1 \text{ W}$$

1ère solution : 40% $\rightarrow$ 1 W

$$60\% \rightarrow 60 / 40 \times 1 = 1,5 \text{ W}$$

$$P_{\text{elec}} = P_{\text{ray}} + P_{\text{therm}} = 1,5 + 1 = 2,5 \text{ W}$$

2ème solution : $\eta = P_R / P_e$, avec $P_R = P_e - P_J$

$$\eta = P_e - P_J / P_e$$

$$60\% = P_e - 1 / P_e$$

$$P_e = 1 / 0,4 = 2,5 \text{ W}$$

sur cahier : ex 32 + 33 p 189

correction ex 32 p 189

Un générateur de f.é.m. $E = 6 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 2 \Omega$ est branché aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance $R = 18 \Omega$.

32.1. Calculer l'intensité I du courant dans le circuit.

32.2. Calculer la tension U aux bornes de chaque di-pôle.

32.3. Calculer la puissance électrique P_E engendrée par la pile.

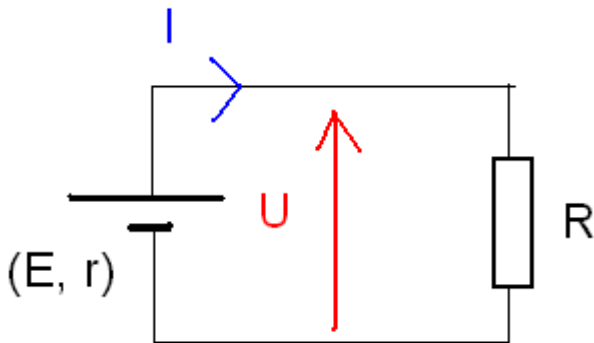
32.4. Calculer la puissance thermique P_p perdue par effet Joule dans la pile.

32.5. En déduire la puissance électrique P'_E reçue par le conducteur ohmique.

32.6. Calculer la puissance thermique P'_p , dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique.

32.7. En déduire le rendement du système constitué par le circuit.

$E = 6 \text{ V}$, $r = 2 \Omega$, charge $R = 18 \Omega$



32.1. loi de Pouillet $I = \frac{E}{(R + r)} = \frac{6}{18 + 2} = 0,3 \text{ A}$

32.2. loi d'Ohm : $U = R \cdot I = 18 \times 0,3 = 5,4 \text{ V}$

32.3. $P_E = E \cdot I = 6 \times 0,3 = 1,8 \text{ W}$ (puissance pile sans pertes par effet Joule)

32.4. $P_p = r \cdot I^2 = 2 \times 0,3^2 = 0,18 \text{ W}$

32.5. $P'_E = P_E - P_p = 1,8 - 0,18 = 1,62 \text{ W}$

$$P'_E = U \cdot I = 5,4 \times 0,3 = 1,62 \text{ W}$$

32.6. $P'_p = R \cdot I^2 = 18 \times 0,3^2 = 1,62 \text{ W}$

32.7. $\eta = P'_E / P_E = 1,62 / 1,8 = 0,9 = 90 \%$

correction ex 33 p 189

Une pile plate de f.é.m. $E = 4,5 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 2 \Omega$ est branchée aux bornes d'un petit moteur électrique de résistance $R = 4 \Omega$. Le circuit est parcouru par un courant d'intensité $I = 0,20 \text{ A}$. La puissance P : perdue dans le moteur à cause des frottements mécaniques et des pertes magnétiques est estimée à 100 mW .

33.1. Calculer la tension aux bornes de la pile.

- 33.2. En déduire son rendement η .
- 33.3. Calculer la puissance électrique P_E fournie par la pile au moteur.
- 33.4. Déterminer la puissance mécanique P_M disponible à la sortie du moteur.
- 33.5. En déduire le rendement R_t du moteur.
- 33.6. Déterminer le rendement global du système formé par la pile et le moteur.

$$E = 4,5 \text{ V}, r = 2 \text{ } \Omega, \text{ charge } R = 4 \text{ } \Omega, I = 0,2 \text{ A}, P_C = 100 \text{ mW}$$

$$33.1. \quad U = E - r.I = 4,5 - 2 \times 0,2 = 4,1 \text{ V}$$

$$33.2. \quad \eta = U / E = 4,1 / 4,5 = 0,91 = 91\%$$

$$33.3. \quad P_E = U.I = 4,1 \times 0,2 = 0,82 \text{ W}$$

$$33.4. \quad P_M = P_E - P_C = 0,82 - 0,1 = 0,72 \text{ W}$$

$$33.5. \quad R_t = P_M / P_E = 0,72 / 0,82 = 0,88 = 88\%$$

$$33.6. \quad R_s = \eta.R_t = 0,91 \times 0,88 = 0,8008 = 0,80 = 80\%$$

contrôle exercices lundi 11 mars 2013

- graphique $\rightarrow$ calcul de résistances
- loi de Pouillet, rendement
- loi d 'Ohm, R série et //

1. Pour étudier la caractéristique d'une pile au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves disposent de fils de connexion, d'un potentiomètre, de deux multimètres et d'une résistance R.

4 pts

- 1.1. La manipulation d'un groupe d'élèves a donné les résultats suivants.

I(mA)	0	100	150	200	250	300	350	400
U (V)	1,50	1,30	1,20	1,10	1,00	0,88	0,75	0,50

Tracer la caractéristique intensité-tension de la pile (échelle : 1 cm pour 25 mA et 1 cm pour 0,1 V).

1 pt

- 1.3. Pour une certaine valeur de l'intensité, la tension aux bornes de la pile chute brusquement.

Indiquer sur quel domaine la pile est dans un état de fonctionnement normal.

2 pts

- 1.4. Déterminer alors la f.é.m. E et la résistance interne r de la pile.

1 pt

- 1.5. Déterminer la valeur de la résistance R pour un point de fonctionnement de 100 mA.

1 pt

- 1.6. Calculer le rendement de la pile pour un point de fonctionnement de 100 mA.

2 pts

- 1.7. Représenter la chaîne énergétique du système {pile}.

2. Une résistance de $25\ \Omega$ est parcourue par un courant d'intensité $I = 260\text{ mA}$.

1 pt

- 2.1. Calculer la tension à ses bornes.

1 pt

- 2.2. Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans cette résistance.

1 pt

- 2.3. Déterminer l'énergie électrique consommée au bout d'une demi-heure de fonctionnement.

3. Une lampe de phare d'automobile porte les indications 12 V — 55 W. Afin de vérifier sa puissance nominale, on la monte dans un circuit comportant un générateur et deux multimètres.

3 pts

- 3.1. Représenter le schéma du montage.

1 pt

- 3.2. Les appareils de mesure fournissent les résultats suivants : 12 V et 4,60 A.

Dire si ces résultats sont en accord avec les indications portées sur la lampe.

1 pt

- 3.3. On veut mesurer sa puissance à l'aide d'un wattmètre.

Représenter le schéma du montage.

1 pt

- 3.4. Si 45 % de la puissance de la lampe est perdue en énergie thermique, calculer la résistance de la lampe.

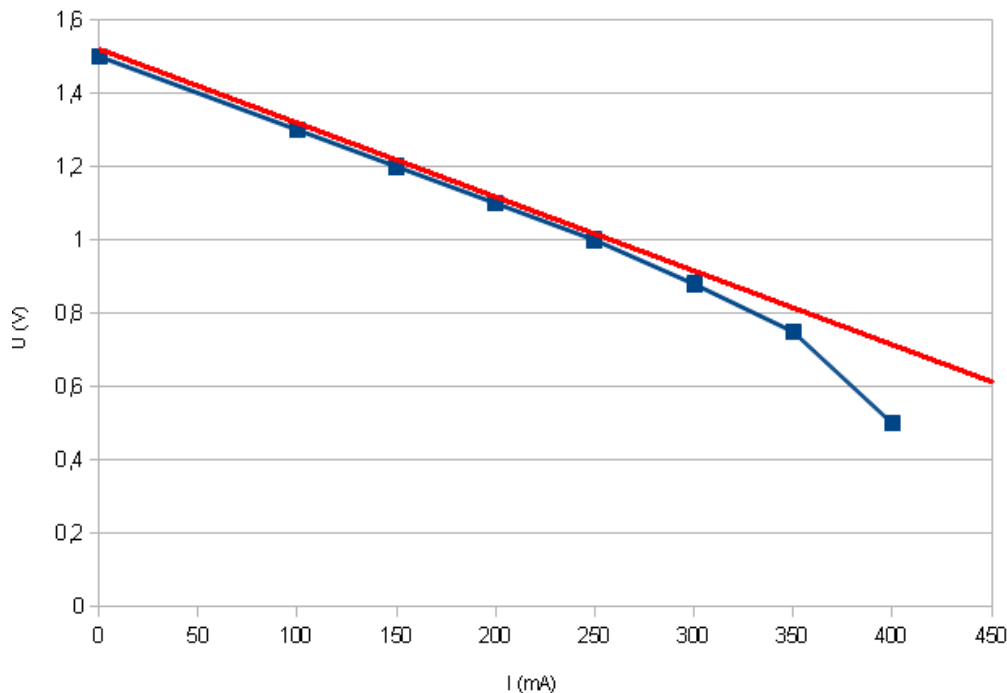
1. Pour étudier la caractéristique d'une pile au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves disposent de fils de connexion, d'un potentiomètre, de deux multimètres et d'une résistance R.

1.1. La manipulation d'un groupe d'élèves a donné les résultats suivants.

I(mA)	0	100	150	200	250	300	350	400
U (V)	1,50	1,30	1,20	1,10	1,00	0,88	0,75	0,50

Tracer la caractéristique intensité-tension de la pile (échelle : 1 cm pour 25 mA et 1 cm pour 0,1 V).

$$U = f(I)$$



1.3. Pour une certaine valeur de l'intensité, la tension aux bornes de la pile chute brusquement. Indiquer sur quel domaine la pile est dans un état de fonctionnement normal.

$$I = [0 ; 300] \text{ mA}$$

1.4. Déterminer alors la f.é.m. E et la résistance interne r de la pile.

$$E = 1,50 \text{ V (à } I = 0 \text{ mA)}$$

$$r = \Delta U / \Delta I = (1,50 - 1,10) / (0,2 - 0) = 2 \Omega$$

1.5. Déterminer la valeur de la résistance R pour un point de fonctionnement de 100 mA.

$$I = \frac{E}{R + r}$$

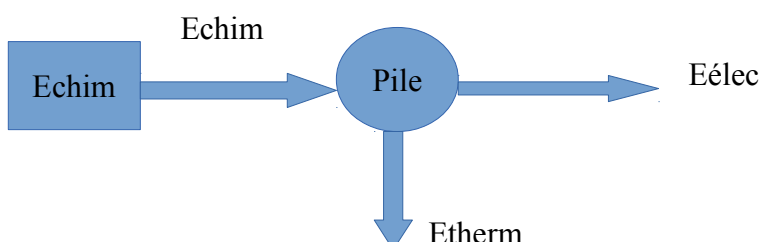
$$R = E / I - r = 1,50 / 0,1 - 2 = 13 \Omega$$

remarque : ou méthode graphique

1.6. Calculer le rendement de la pile pour un point de fonctionnement de 100 mA.

$$\eta = U / E = 1,30 / 1,50 = 0,86666 = 0,87 = 87\%$$

1.7. Représenter la chaîne énergétique du système {pile}.



2. Une résistance de $25\ \Omega$ est parcourue par un courant d'intensité $I = 260\ \text{mA}$.

2.1. Calculer la tension à ses bornes.

Loi d'Ohm : $U = R.I = 25 \times 260.10^{-3} = 6,5\ \text{V}$

2.2. Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans cette résistance.

$P_J = R.I^2 = 25 \times 0,26^2 = 1,69\ \text{W}$

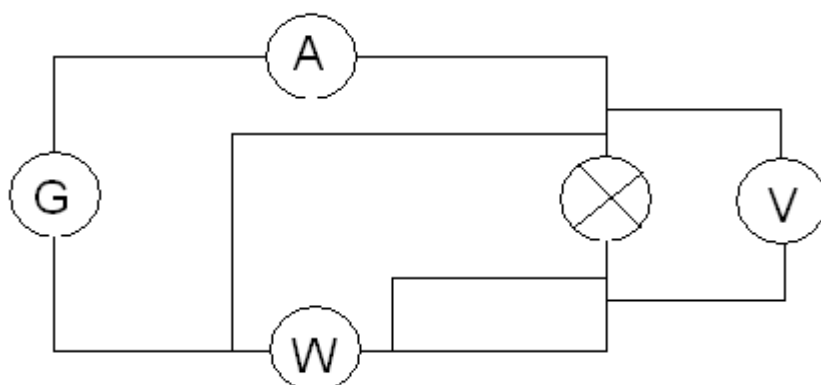
2.3. Déterminer l'énergie électrique consommée au bout d'une demi-heure de fonctionnement.

$P = E / t$

$E = P.t = 1,69 \times 30 \times 60 = 3042\ \text{J}$

3. Une lampe de phare d'automobile porte les indications $12\ \text{V} - 55\ \text{W}$. Afin de vérifier sa puissance nominale, on la monte dans un circuit comportant un générateur et deux multimètres.

3.1. Représenter le schéma du montage.



3.2. Les appareils de mesure fournissent les résultats suivants : $12\ \text{V}$ et $4,60\ \text{A}$.

Dire si ces résultats sont en accord avec les indications portées sur la lampe.

$P = U.I = 12 \times 4,60 = 55,20\ \text{W}$, résultat très proche de l'indication

3.3. On veut mesurer sa puissance à l'aide d'un wattmètre.

Représenter le schéma du montage.

3.4. Si $45\ \%$ de la puissance de la lampe est perdue en énergie thermique, calculer la résistance de la lampe.

$P_J = R.I^2$

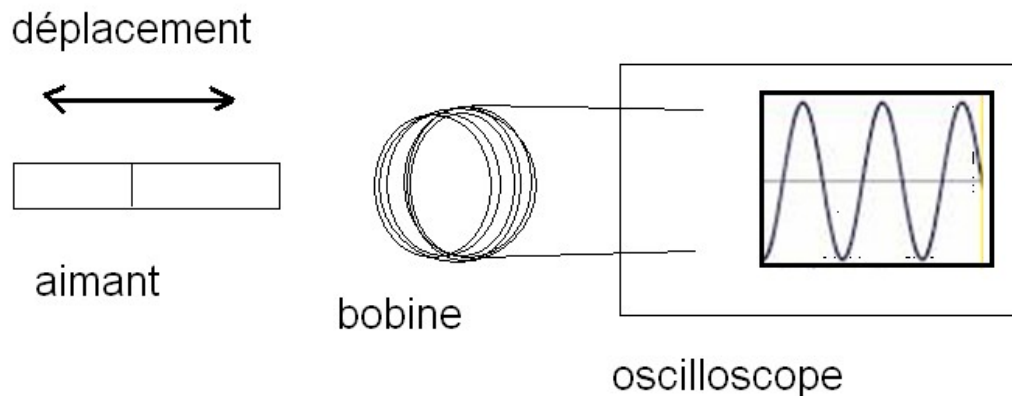
$0,45 \times 55 = R \times (4,60)^2$

$R = P_J / I^2 = 0,45 \times 55 / 4,60^2 = 1,17\ \Omega$

LE COURANT ALTERNATIF

1. Introduction

On a réalisé l'expérience suivante :



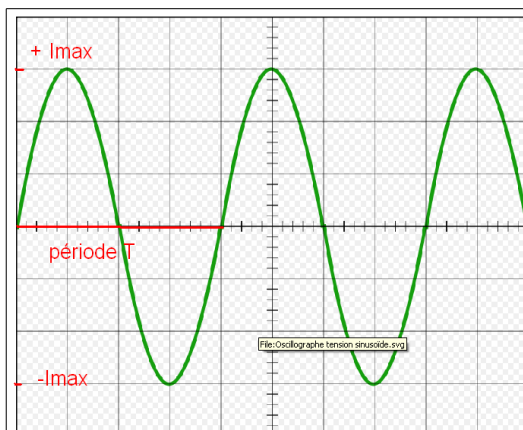
On remarque que la **variation d'un champ magnétique** engendre une **variation de courant**.

Variation Champ magnétique = variation courant électrique

L'inverse est vraie !

2. Etude du courant alternatif

Sur un oscilloscope, on visualise la forme du courant alternatif.



La **période**, notée **T**, correspond au **temps** pour effectuer 1 cycle complet.

A l'inverse, la **fréquence**, notée **f**, représente le **nombre de cycles** pour un temps de 1 s.

$$T = 1 / f \text{ ou } f = 1 / T$$

T = période en s

f = fréquence en Hertz (Hz)

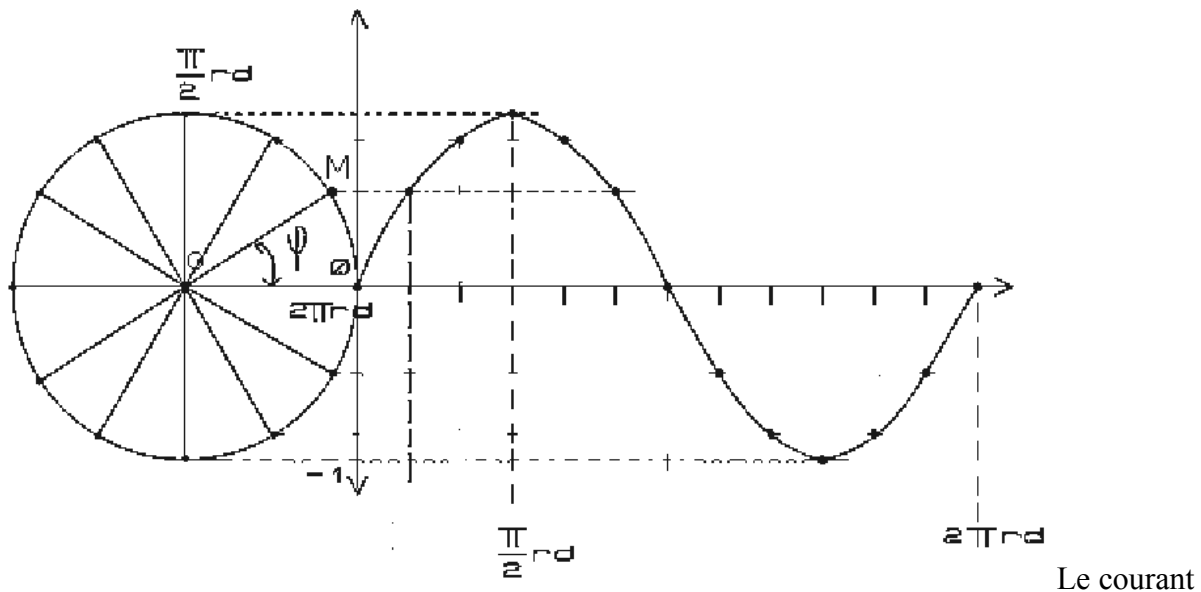
pour en savoir plus :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Heinrich_Rudolf_Hertz

lundi 25 mars 2013

Le schéma ci-dessous, représente le « déroulement » du cercle trigonométrique.

On obtient la fonction sinus.



alternatif varie au cours du temps selon l'expression mathématique :

$$i(t) = I_{\text{max}} \cdot \sin(x), \text{ x étant un angle}$$

Dans notre cas, nous devons faire la translation temps $\rightarrow$ angle.

Angle (rad)	Temps (s)
2π	T
x	t

On résout le produit en croix :

$$x = \frac{2\pi \cdot t}{T} = \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

il vient : $i(t) = I_M \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$

on pose : $\omega = \frac{2\pi}{T}$, pulsation du signal

or $f = 1 / T$, donc $\omega = 2\pi \cdot f$

finalement $i(t) = I_M \cdot \sin(\omega \cdot t)$

- $i(t)$: intensité en fonction du temps
- I_M : intensité maximale en A
- ω : pulsation en rad/s
- t : temps en s

3. valeurs maximales et efficaces

La valeur de l'intensité varie à tout instant, or les multimètres nous donnent des valeurs fixent.

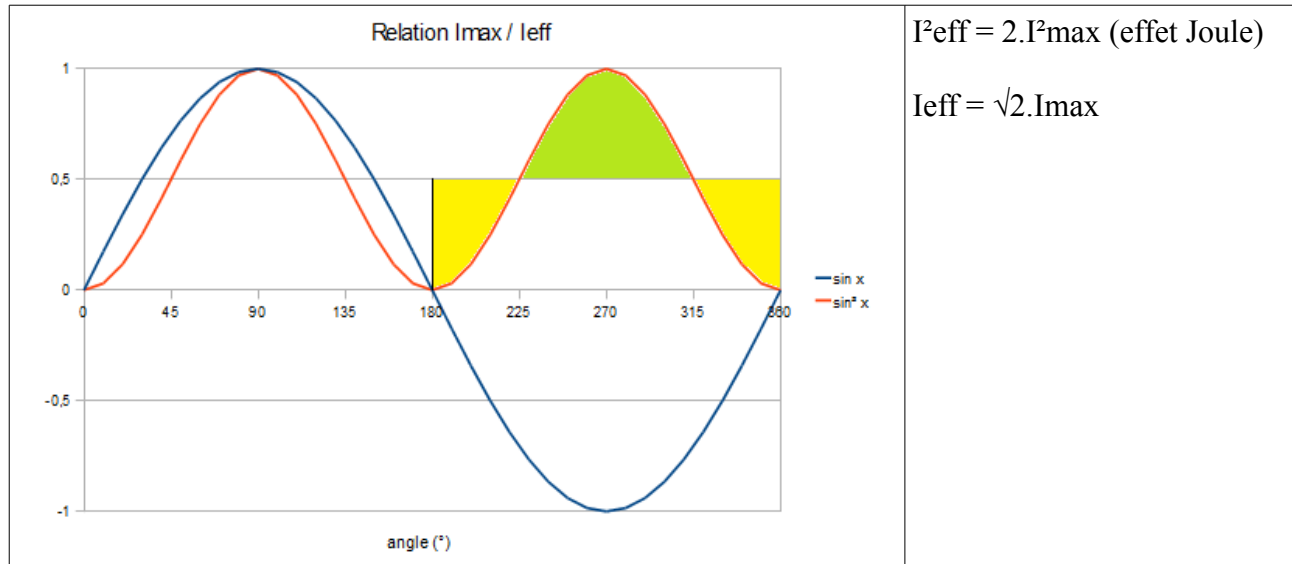
On fait la relation entre les deux en se basant sur l'Etherm diffusée par un courant dans un conducteur. Pour un signal alternatif et un signal continu l'effet Joule doit être identique en intensité.

On définit alors 2 types de valeurs :

- valeur **maximale** : lue sur un **oscilloscope** ($I_{\max}$ ou $U_{\max}$)
- valeur **efficace** : lue sur le **multimètre** (I ou U).

On montre que : $I_{\max} = I \cdot \sqrt{2}$ et $U_{\max} = U \cdot \sqrt{2}$

Par rapport à un signal continu, la valeur du signal alternatif sera + élevée pour avoir la même Eélec.



Les surfaces (jaune : CC et verte : CA) doivent être identiques afin que l'Etherm dissipée soit la même dans les 2 cas.

1. Objectif du TP

Déterminer l'impédance d'un dipôle résistif, capacitif et inductif.

2. Matériel & instruments de mesure

- Résistance $R = 330 \, \Omega$
- Inductance $L = 11 \, \text{mH}$
- Condensateur $C = 4,7 \, \mu\text{F}$
- une plaque de montage
- 5 fils électriques
- générateur de tension alternative sinusoïdale
- un voltmètre
- un ampèremètre

3. Protocole

- Manipulation :
- Réaliser le montage électrique à partir du schéma ci-dessous.
 - Régler la fréquence du générateur de tension sinusoïdale à 1000 Hz.
 - Placer l'ampèremètre pour mesurer l'intensité électrique I du circuit.
 - Placer le voltmètre pour mesurer la tension électrique U_R aux bornes de la résistance R .
 - **Appeler le professeur.**
 - Brancher le circuit.
 - Déplacer le voltmètre pour mesurer la tension électrique U_L aux bornes de l'inductance L .
 - Déplacer le voltmètre pour mesurer la tension électrique U_C aux bornes du condensateur C .
 - Faire varier la tension du générateur G pour compléter le tableau de mesures ci-dessous.

Schéma de montage :

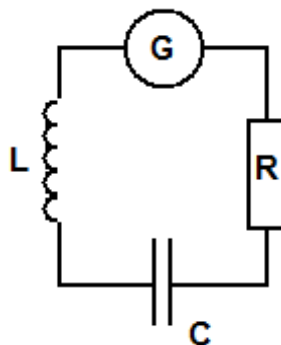


Tableau de mesures :

Intensité I (mA)	0	10	20	30	...
Tension U_R (V)					
Tension U_L (V)					
Tension U_C (V)					

4. Exploitation

- 4.1. Recopier le schéma de montage en indiquant le symbole des appareils de mesure.
- 4.2. Recopier le tableau de mesures complété.
- 4.3. Tracer les courbes $U_R = f(I)$, $U_C = f(I)$ et $U_L = f(I)$ sur le même graphique.
- 4.4. Conclure.

L'impédance électrique mesure l'opposition d'un circuit électrique au passage d'un courant alternatif sinusoïdal. La définition d'impédance est une généralisation de la loi d'Ohm dans l'étude des circuits en courant alternatif.

Le mot impédance fut inventé par Oliver Heaviside en juillet 1886. Il vient du verbe anglais to impede signifiant "retenir", "faire obstacle à" ; verbe qui dérive lui-même du latin impedire qui veut dire "entraver".



Schéma de montage :

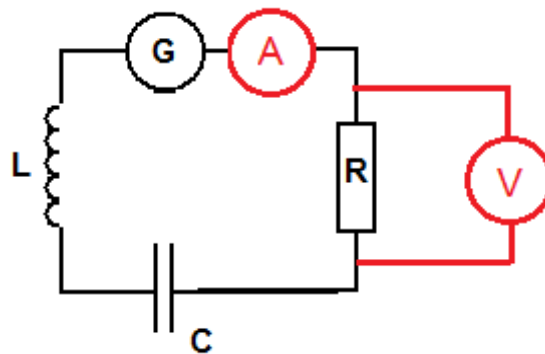
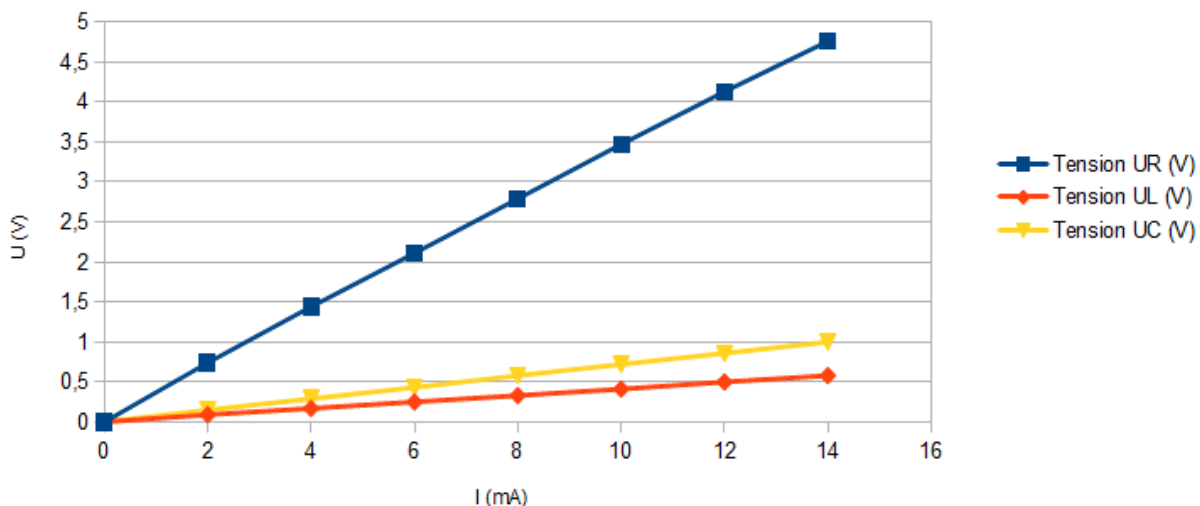


Tableau de mesures :

Intensité I (mA)	0	2	4	6	8	10	12	14
Tension U_R (V)	0	0,74	1,44	2,11	2,79	3,47	4,13	4,76
Tension U_L (V)	0	0,09	0,17	0,25	0,33	0,41	0,50	0,58
Tension U_C (V)	0	0,15	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,00

loi d'Ohm

en courant alternatif sinusoïdal



Dans les 3 cas, la tension U est proportionnelle à l'intensité I .

Calculons le coefficient de proportionnalité pour chaque droite.

$$R : a_R = \Delta U / \Delta I = 4,13 / (12 \cdot 10^{-3}) = 344$$

$$L : a_L = \Delta U / \Delta I = 0,50 / (12 \cdot 10^{-3}) = 42$$

$$C : a_C = \Delta U / \Delta I = 0,86 / (12 \cdot 10^{-3}) = 72$$

Nous retrouvons pour R la valeur de la résistance, donc $a_R = 344 \Omega$

La loi d'Ohm est donc valable pour le courant alternatif sinusoïdal.

On en déduit :

$$a_L = 42 \Omega$$

$$a_C = 72 \Omega$$

En généralisant, soit l'impédance notée Z , on en déduit la relation : $U = Z.I$

- U = tension (V)
- I = courant (A)
- Z = impédance (Ω)

Remarque : a_L et a_C ne correspondent pas aux valeurs de l'inductance (la bobine) L et du condensateur C .

On montre que :

- pour L : $Z = L.\omega = L.2\pi.f$
- pour C : $Z = \frac{1}{C.\omega} = \frac{1}{C.2\pi.f}$
- pour R : $Z = R$

4. Lois en courant alternatif

Voir TP : la loi d'Ohm s'applique également en courant alternatif $U = Z.I$

Remarque : U et I peuvent être en valeur efficace ou maximale mais il ne faut pas mélanger les deux !

On réalise 3 montages électriques différents : avec une Résistance (R), une bobine d'inductance (L) et un condensateur (C).

Forme du signal p 198 les 2 signaux sont en phases (varient en même temps)	Forme du signal p 199 les 2 signaux sont décalés (déphasés).	Forme du signal p 202 les 2 signaux sont décalés (déphasés).

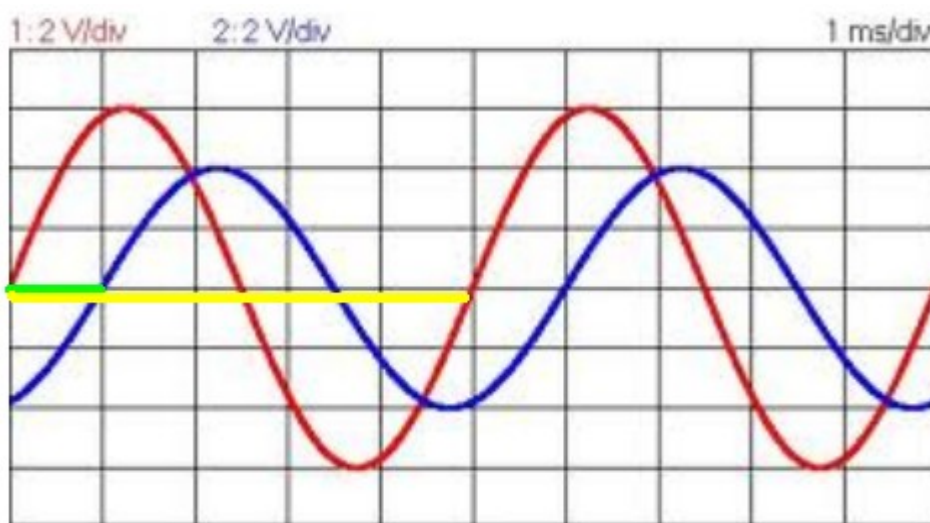
La voie 2 représente la tension aux bornes du générateur : $u(t)$.

La voie 1 représente l'image du courant qui circule dans le circuit : $i(t)$, cf loi d'Ohm.

- Pour R : courant et tension sont en phases.
- Pour L : la tension est en avance sur le courant ($u(t)$ redescend avant $i(t)$).
- pour C : le courant est en avance sur la tension.

Exprimons le **décalage dans le temps** (noté τ) des deux signaux en un angle exprimé en radians (ou degrés).

Cet angle va mesurer le **déphasage** noté ϕ .



Le trait jaune représente T la période.

Le trait vert représente τ Le retard.

Il faut, pour trouver φ faire correspondre un temps à un angle.

Temps (s)	Angle (rad)
T	2π
τ	φ

$$\varphi = \frac{2\pi \cdot \tau}{T}$$

- φ = déphasage en rad
- T = période en s
- τ = retard en s

ex : calculer le déphasage entre les deux signaux ci-dessus.

$\tau = 1 \text{ ms}$ (1 division)

$T = 5 \text{ ms}$ (5 divisions)

$$\varphi = \frac{2\pi \cdot 1}{5} = 1,2566 = 1,26 \text{ rad}$$

à faire sur feuille ex 28 p 228.

5. Puissances électriques en courant alternatif

Rappel : en CC, la puissance électrique s'exprime par $P = U.I$

Or, en CA, il y a un déphasage ϕ entre le courant $i(t)$ et la tension $u(t)$ si le montage électrique est inductif et/ou capacitif.

On montre, que la puissance en CA s'exprime par $P = U.I.\cos(\phi)$

Cette puissance s'appelle : **puissance moyenne** ou **puissance active** ou **puissance réelle**.

Elle s'exprime en **Watt (W)**.

$$P = U.I.\cos(\phi)$$

- P = puissance active en W
- U = tension en V
- I = courant en A
- $\cos\phi$ = facteur de puissance

Remarque : le facteur de puissance est une valeur sans unité (fonction maths) qui vaut environ 0,8 (valeur min fournie par EDF).

On définit également une autre puissance, appelée **puissance apparente** et notée S .

$$S = U.I$$

- S = puissance apparente en Volt.Ampère (V.A)
- U = tension en V
- I = courant en A

Il existe aussi une puissance dite **puissance réactive** notée Q .

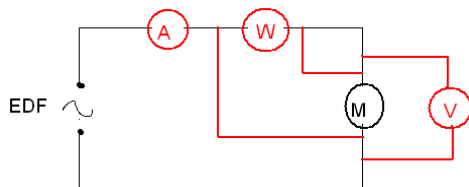
$$Q = U.I.\sin\phi, \text{ en Volt Ampère Réactif (V.A.R)}$$

Exercice :

On branche un moteur électrique sur le secteur EDF.

On mesure, la tension ($U = 220V$), l'intensité ($I = 2,5 A$) et la puissance (400 W) du moteur.

1. faire le schéma électrique du montage avec les appareils de mesure



2. calculer la puissance apparente

$$S = U.I = 220 \times 2,5 = 550 \text{ V.A}$$

3. en déduire le facteur de puissance

$$P = U.I.\cos\phi = S.\cos\phi$$

$$\cos\phi = P / S = 400 / 550 = 0,7272 = 0,73$$

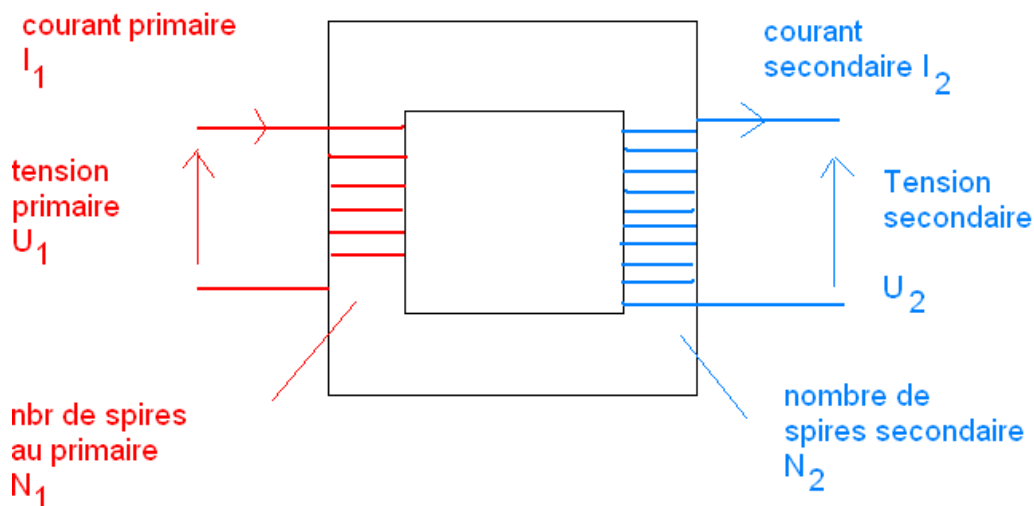
4. calculer le déphasage courant-tension

$$\varphi = \text{Arccos}(\cos \varphi) = 43,11^\circ$$

Arccos correspond à la touche $\cos^{-1}$ de la calculatrice

6. Le transformateur électrique

6.1. constitution d'un transformateur



On symbolise le schéma électrique d'un transformateur par un des deux schémas suivants :



6.2. Utilisation d'un transformateur

Si on alimente un transformateur en CC, on obtient un simple électro aimant : le champ magnétique créé par le courant qui circule dans l'enroulement (bobine) est amplifié par le noyau en fer.

Un transformateur est conçu pour fonctionner en CA.

Le champ magnétique créé par le courant au primaire, se retrouve dans le circuit secondaire. Le champ magnétique au secondaire crée à son tour un courant.

En fonction du nombre de spires, on obtient une tension plus ou moins importante :

- si $N_1 > N_2$ alors $U_1 > U_2$
- si $N_1 < N_2$ alors $U_1 < U_2$

On peut obtenir un transformateur abaisseur ou élévateur de tension.

6.3. Lois des tensions

Il y a proportionnalité entre le rapport des tensions et celui du nombre de spires.

On en déduit un rapport de transformation m .

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

- si $m > 1$: on obtient un transformateur **élevateur** de tension
- si $m < 1$: on obtient un transformateur **abaisseur** de tension
- si $m = 1$: on obtient un transformateur **d'isolement**

Si on suppose un transformateur parfait (sans pertes magnétique et électrique) alors l'énergie au primaire = énergie au secondaire.

Donc la puissance au primaire = puissance au secondaire.

$$S_1 = S_2$$

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

$$\text{d'où : } m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

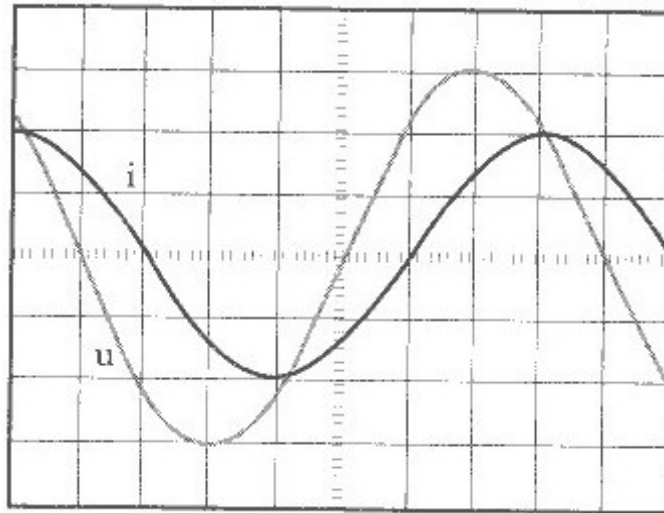
contrôle cours sur ce chapitre lundi 8 avril

- 2 pts 1. Donner la relation entre période et fréquence AVEC les unités.
- 2 pts 2. Donner la formule de la pulsation AVEC les unités.
- 1 pt 3. Donner la relation entre tension efficace et tension maximale.
- 1 pt 4. Indiquer avec quel appareil il est possible de lire une valeur maximale.
- 2 pts 5. Donner la loi d'Ohm en courant alternatif AVEC les unités.
- 2 pts 6. Donner la formule du déphasage AVEC les unités.
- 2 pts 7. Donner la formule de la puissance apparente AVEC les unités.
- 2 pts 8. Donner la formule de la puissance active AVEC les unités.
- 1 pt 9. Donner l'expression du facteur de puissance.
- 1 pt 10. Dire, pour un circuit capacitif, si le courant est en retard ou en avance sur la tension.
- 2 pts 11. Donner l'expression du rapport de transformation d'un transformateur.
- 1 pt 12. Donner le schéma électrique d'un transformateur

lundi 8 avril 2013

correction ex 28 p 228

On visualise sur l'écran d'un oscilloscope l'intensité i d'un courant qui traverse une portion de circuit R, L, C et la tension u aux bornes de l'ensemble. On obtient l'oscillogramme suivant :



Branchements et réglages :

- u : voie Y_A , 2 V/div
- i : voie Y_B , 2,5 V/div
- Durée du balayage : 0,5 ms/div

28.1 Représenter le schéma du montage.

28.2 Déterminer la période et la fréquence de la tension d'alimentation.

28.3 Calculer le décalage horaire τ entre u et i .

28.4 En déduire le déphasage φ et calculer le facteur de puissance $\cos\varphi$ du dipôle R, L, C.

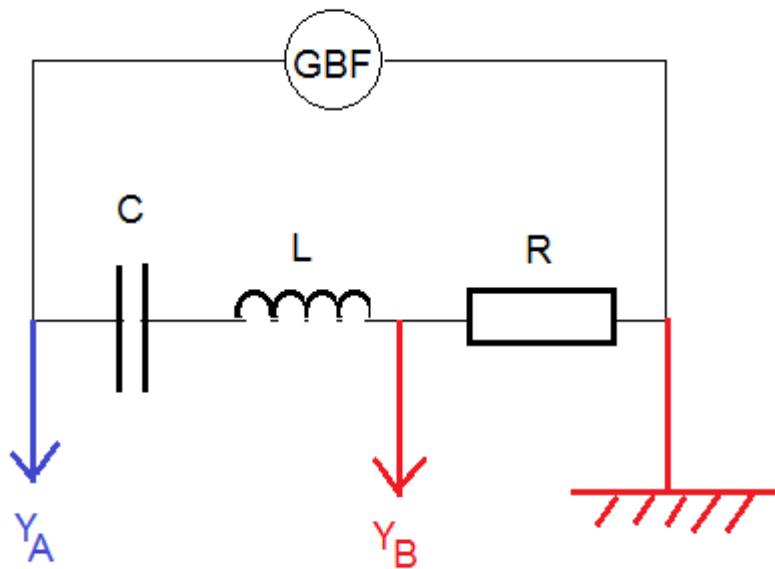
28.5 Dire si le circuit est à dominante capacitive ou à dominante inductive et le justifier.

28.6 Déterminer la valeur maximum U_n , et la valeur efficace U de la tension aux bornes de la résistance R.

28.7 La résistance pure R vaut $10\ \Omega$.

En déduire la valeur efficace I de l'intensité du courant qui circule dans le circuit.

28.1. schéma



28.2. $T = 8 \text{ div} = 8 \times 0,5 = 4 \text{ ms}$

$f = 1 / T = 1 / (4 \cdot 10^{-3}) = 250 \text{ Hz}$

28.3. $\tau = 1 \text{ div} = 0,5 \text{ ms}$

28.4. $\varphi = \frac{2\pi \cdot \tau}{T} = \frac{2\pi \cdot 0,5}{4} = \frac{\pi}{4} \text{ rad} = 45^\circ$

$\cos \varphi = \cos(\pi/4) = 0,7071 = 0,71$ (en rad sur la calculatrice)

$\cos \varphi = \cos(45) = 0,71$ (en ° sur la calculatrice)

28.5. la tension est en avance sur le courant donc circuit à dominante inductive ou courant en retard sur la tension

28.6. $U_m = 2 \text{ div} = 2 \times 2,5 = 5 \text{ V}$

$U = U_m / \sqrt{2} = 5 / \sqrt{2} = 3,5355 = 3,54 \text{ V}$

28.7. $U = Z \cdot I$

$I = U / Z = 3,54 / 10 = 354 \text{ mA}$

ex 37p230

37.1. $m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{230}{400} = 0,575 = 0,58 < 1$, abaisseur de tension

38.2. $m = \frac{N_2}{N_1}$

$N_1 = \frac{N_2}{m} = \frac{800}{0,58} = 1379,31 = 1379 \text{ spires}$

38.3. on obtient un CA de 50 Hz

à faire sur feuille : ex 41 p 231

correction ex 41 p 231

Exercices extraits de sujets d'examen

Détermination du facteur de puissance d'un dipôle

On dispose d'un dipôle constitué d'un moteur et d'un conducteur ohmique. On se propose de déterminer le facteur de puissance de ce dipôle par deux méthodes expérimentales différentes.

41.1 1ère méthode : Détermination à l'aide d'un oscilloscope

On branche en série sur une prise de courant qui délivre une tension alternative sinusoïdale :

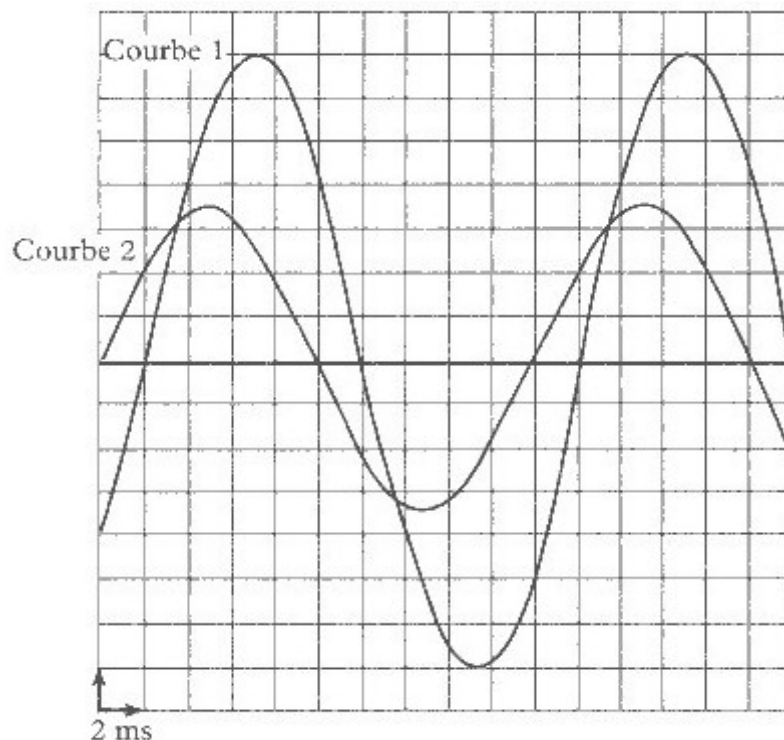
- le moteur
- le conducteur ohmique de résistance R .

On visualise à l'aide d'un oscilloscope bicourbe :

- la tension instantanée u appliquée aux bornes de l'ensemble moteur-conducteur ohmique, (courbe n° 2)
- la tension u' appliquée aux bornes du conducteur ohmique et donc « l'image de l'intensité instantanée i du courant qui circule dans le circuit (courbe n° 1).

- Faire le schéma du montage de cette expérience.
- A l'aide de l'oscillogramme, déterminer la période T du courant, en déduire sa fréquence f et calculer sa pulsation ω .
- Dire laquelle des deux courbes 1 ou 2 est en avance sur l'autre.
- Calculer le décalage horaire τ entre u et i .

En déduire le déphasage φ puis calculer le facteur de puissance $\cos \varphi$ de l'ensemble moteur-conducteur ohmique.



41.2 2ème méthode : Détermination à l'aide d'un wattmètre

On applique à l'ensemble moteur-conducteur ohmique une tension alternative monophasée. Avec un voltmètre, on mesure la tension efficace aux bornes de l'ensemble.

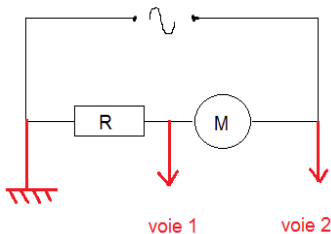
Avec un ampèremètre, on détermine l'intensité efficace I du courant qui circule dans le circuit. Avec un wattmètre, on mesure la puissance active P de l'ensemble moteur-conducteur ohmique.

On relève les 3 valeurs suivantes : $I = 0,75 \text{ A}$, $U = 230 \text{ V}$ et $P = 138 \text{ W}$.

- Faire un schéma du montage en faisant apparaître les appareils de mesure.
- donner la relation qui lie U , I , P et $\cos \varphi$.
- calculer $\cos \varphi$ et comparer ce résultat avec celui obtenu avec la première méthode.

Émettre brièvement un avis sur la facilité de mise en œuvre et sur la précision respective des deux procédés.

41.1.a. Schéma



41.1.b. $T = 10 \text{ div} = 10 \times 2 = 20 \text{ ms}$

$$f = 1 / T = 1 / (20 \cdot 10^{-3}) = 50 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \times 50 = 314,159 = 314 \text{ rad/s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,02} = 314 \text{ rad/s}$$

41.1.c. Courbe 2 (u) en avance sur courbe 1 (i)

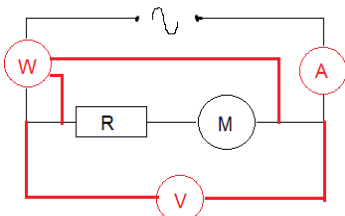
Le montage est inductif (bobine)

41.1.d. $\tau = 1 \text{ div} = 1 \times 2 = 2 \text{ ms}$ (axe horizontale)

$$\varphi = \frac{2\pi \cdot \tau}{T} = \frac{2\pi \times 2}{20} = \frac{\pi}{5} \text{ rad}$$

facteur de puissance : $\cos \varphi = \cos(\pi/5) = 0,81$

41.2.a. Schéma



41.2.b. $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

41.2.c. $\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{P}{S} = \frac{138}{230 \times 0,75} = 0,80$

1ère méthode plus précise

2ème méthode plus rapide

ÉNERGIE MÉCANIQUE

1. Introduction

Quelle est la vitesse du professeur dans sa salle de classe ?

Nous ne pouvons répondre précisément à la question si on ne nous dit pas par rapport à quoi.

En mécanique, nous devons introduire la notion de **référentiel** : le point de référence qui nous sert de point d'observation.

Ex : dans la salle, la vitesse est nulle. Mais ce n'est pas le cas par rapport au soleil (distance parcourue par la terre en 1 an).

2. Référentiel

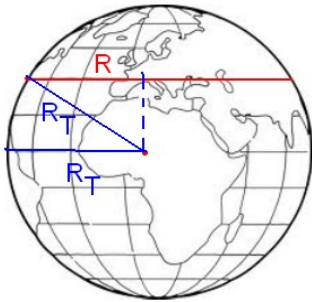
Un référentiel est un repère dans l'espace et le temps.

Il existe principalement 3 référentiel :

- le référentiel terrestre (lié à la terre)
- le référentiel géocentrique (origine du référentiel = centre de la terre)
- le référentiel héliocentrique (origine du référentiel = centre du soleil)

ex : calculer la vitesse du professeur dans sa salle de cours à Gap (latitude nord 45°). On se placera dans un référentiel géocentrique.

correction exercice



On sait que le rayon de la terre est $R_T = 6400$ km.

Pour calculer la vitesse à la latitude 45° , il faut connaître la distance parcourue à cette latitude.

Cette distance est le périmètre d'un cercle : $P = 2 \cdot \pi \cdot R$

Il faut calculer R .

On a un triangle rectangle :

2 côtés = Pythagore

1 côté, 1 angle = formules trigonométriques

Rappels de maths

- $\sin \alpha = \text{opp} / \text{hyp}$
- $\cos \alpha = \text{adj} / \text{hyp}$
- $\tan \alpha = \text{opp} / \text{adj}$ ($\sin \alpha / \cos \alpha$)

$$\sin \alpha = \text{opp} / \text{hyp} = R / R_T$$

$$\text{il vient } R = R_T \cdot \sin \alpha = 6400 \times \sin(45) = 5446 \text{ km}$$

$$\text{le périmètre sera de } P = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \times \pi \times 5446 \text{ km} = 34\,218 \text{ km}$$

on peut calculer la vitesse V

$$V = \text{distance} / \text{temps}$$

$$V = 34\,218 / 24 = 1426 \text{ km/h}$$

3. Vitesse moyenne et instantanée

On a vu que la vitesse V représente une distance d parcourue pendant un temps t .

Soit $V = d / t$

- d : distance parcourue en m
- t : temps en s
- V : vitesse en m/s

Si on prend le cas d'un conducteur sur autoroute.

Les contrôles radar vont mesurer la vitesse du conducteur sur un trajet très court (pendant un temps très court). Le conducteur peut rouler à 180 km/h même si sa vitesse moyenne sur le trajet Gap/Aix en Pce n'est que de 130 km/h.

La vitesse instantanée V_i mesure la vitesse sur un intervalle de temps le plus petit possible.

Voir TP.

4. accélération

L'accélération a représente la variation Δ de vitesse V sur un intervalle de temps Δt .

$$a = \Delta V / \Delta t$$

- ΔV : variation de vitesse en m/s

- Δt : variation de temps en s
- a : l'accélération en m/s^2

ex : un véhicule met 3,5 s pour passer de 0 à 100 km/h.

Calculer son accélération.

Il faut dans un 1er temps convertir des km/h en m/s.

- $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$
- $1 \text{ h} = 60 \times 60 = 3600 \text{ s}$

pour passer de m/s à km/h il faut :

x par 3600 ($\text{s} \rightarrow \text{h}$)

/ par 1000 ($\text{m} \rightarrow \text{km}$)

conclusion : $\text{m/s} \rightarrow \text{km/h}$, il faut multiplier par $3600 / 1000 = 3,6$

$\text{km/h} \rightarrow \text{m/s}$, il faut diviser par 3,6

$$\Delta V = 100 - 0 = 100 \text{ km/h} = 100 / 3,6 \text{ m/s} = 27,8 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 3,5 \text{ s}$$

$$a = \Delta V / \Delta t = 27,8 / 3,5 = 7,9 \text{ m/s}^2$$

remarque : si on compare cette accélération avec celle d'un corps en chute libre, on s'aperçoit que cette valeur est importante.

L'accélération de pesanteur, notée g , vaut $9,81 \text{ m/s}^2$ (arrondi à 10 m/s^2)

Lundi 8 oct. 2012

correction TP

À faire sur feuille pour jeudi : ex 18p85 + 20p85 + 21p86 + ex22p86

1. Objectif du TP

Représentation de vecteurs vitesse et accélération.

2. Matériel & Produits

- Chronographe x 2
- $\Delta t = 10 \text{ ms}$
- règle et rapporteur

3. Protocole

- Manipulation :
- Utiliser le **chronographe** représentant un Mouvement Rectiligne
 - Orienter et numéroté les points du chronographe à partir de 1
 - Recopier et compléter le tableau ci-dessous
 - Représenter les vecteurs vitesse aux points : 3, 4 et 8, 9 (échelle : $2 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ m.s}^{-1}$)
 - Représenter les vecteurs : $\Delta \vec{V} = \vec{V}_4 - \vec{V}_3$ et $\Delta \vec{V}' = \vec{V}_9 - \vec{V}_8$
 - En déduire les normes de $\vec{a}_3$ et $\vec{a}_4$

Le chronographe représente le tracé graphique de la **trajectoire** (ensemble des positions successives du mobile).

L'accélération représente une variation de vitesse.

On a représenté les vecteurs $\vec{V}_3$ et $\vec{V}_4$.

On peut mesurer graphiquement leur **différence** : c'est la variation de vitesse ΔV .

On connaît le temps : pour se rendre du point 3 au point 4, il y a $\Delta t = 10 \text{ ms}$.

On peut calculer l'accélération instantanée $a_i = \Delta V / \Delta t$

Mouvement rectiligne : trajectoire portée sur une droite

On désire représenter la vitesse instantanée en des points précis.

On connaît la **distance** (mesurée sur le chronographe) et le **temps** (1 intervalle correspond de temps $\Delta t = 10 \text{ ms}$)

Pour une vitesse instantanée, cet intervalle doit être le plus petit possible.

Point x_i	3	4	8	9
$[x_{i-1} ; x_{i+1}] \text{ (cm)}$	2,1	2,9	6	6,8
$V_i \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$	1,05	1,45	3	3,4
$a_i \text{ (m.s}^{-2}\text{)}$				

La vitesse d'un mobile est caractérisée :

- l'emplacement du mobile dans l'espace (assimilé à un point)
- la direction (verticale, horizontale, ...)
- le sens (haut, bas, ...)
- la valeur de la vitesse

On utilise l'objet mathématique « vecteur » pour représenter une vitesse :

- l'emplacement : le début du tracé du vecteur
- la direction : la droite qui porte le vecteur
- le sens : indiqué par la flèche au bout du vecteur
- la valeur : la taille du vecteur

- Manipulation :
- Utiliser le chronographe représentant un Mouvement Curviligne
 - Orienter et numéroter les points du chronographe à partir de 1
 - Recopier et compléter le tableau ci-dessous
 - Représenter les vecteurs vitesse aux points : 14, 15 et 24, 25 (échelle : 2 cm $\leftrightarrow$ 1 m.s⁻¹)
 - Représenter les vecteurs : $\Delta \vec{V} = \vec{V}_{15} - \vec{V}_{14}$ et $\Delta \vec{V}' = \vec{V}_{25} - \vec{V}_{24}$
 - En déduire les normes de $\vec{a}_{14}$ et $\vec{a}_{24}$

Pour connaître la variation de vitesse :

on mesure graphiquement la différence entre les vecteurs vitesse $\vec{V}_3$ et $\vec{V}_4$.

Cette différence nous donne la variation grâce à l'échelle.

Remarque : comme les vecteurs sont colinéaires (portés par la même droite), la variation est égale à celle de la différence des normes (valeurs) trouvés dans le tableau.

Pour a_3 : $\Delta V = V_4 - V_3 = 1,45 - 1,05 = 0,40$ m/s

on en déduit : $a_3 = \Delta V / \Delta t = 0,40 / (10 \cdot 10^{-3}) = 40$ m/s²

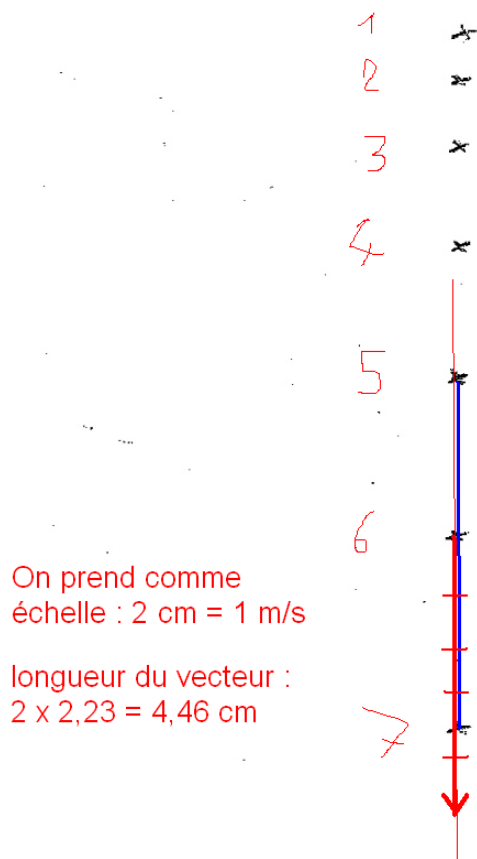
Pour a_4 : on trouve la même valeur

Remarque : pour un mouvement à $V = \text{cte}$, on parle de mouvement uniforme.

Si la vitesse augmente $V > 0$, on parle de mouvement accéléré.

Si la vitesse diminue $V < 0$, on parle de mouvement retardé.

De la même, on parle d'accélération uniforme ($a = \text{cte}$), accélérée ($a > 0$) et retardée ($a < 0$).



$$d(X_5, X_7) = 4,45 \text{ cm}$$

$$V = d / t \text{ (moyenne)}$$

$$V_i = \Delta d / \Delta t$$

$$\text{remarque } \Delta t = 2 \times \text{base de tps}$$

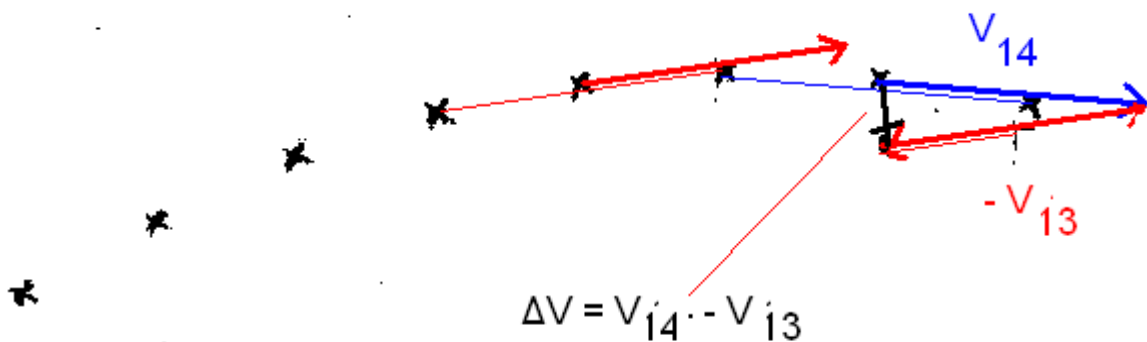
$$\Delta t = 2.1$$

$$V_6 = \frac{4,45 \times 10^{-2}}{(2 \times 10 \times 10^{-3})} = \frac{4,45}{2} = 2,23 \text{ m/s}$$

1

Mouvement Curviligne :

Point x_i	14	15	24	25
$[x_{i-1} ; x_{i+1}] \text{ (cm)}$	2,1	2,1	3	3,1
$V_i \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$	1,05	1,05	1,5	1,6
$a_i \text{ (m.s}^{-2}\text{)}$				

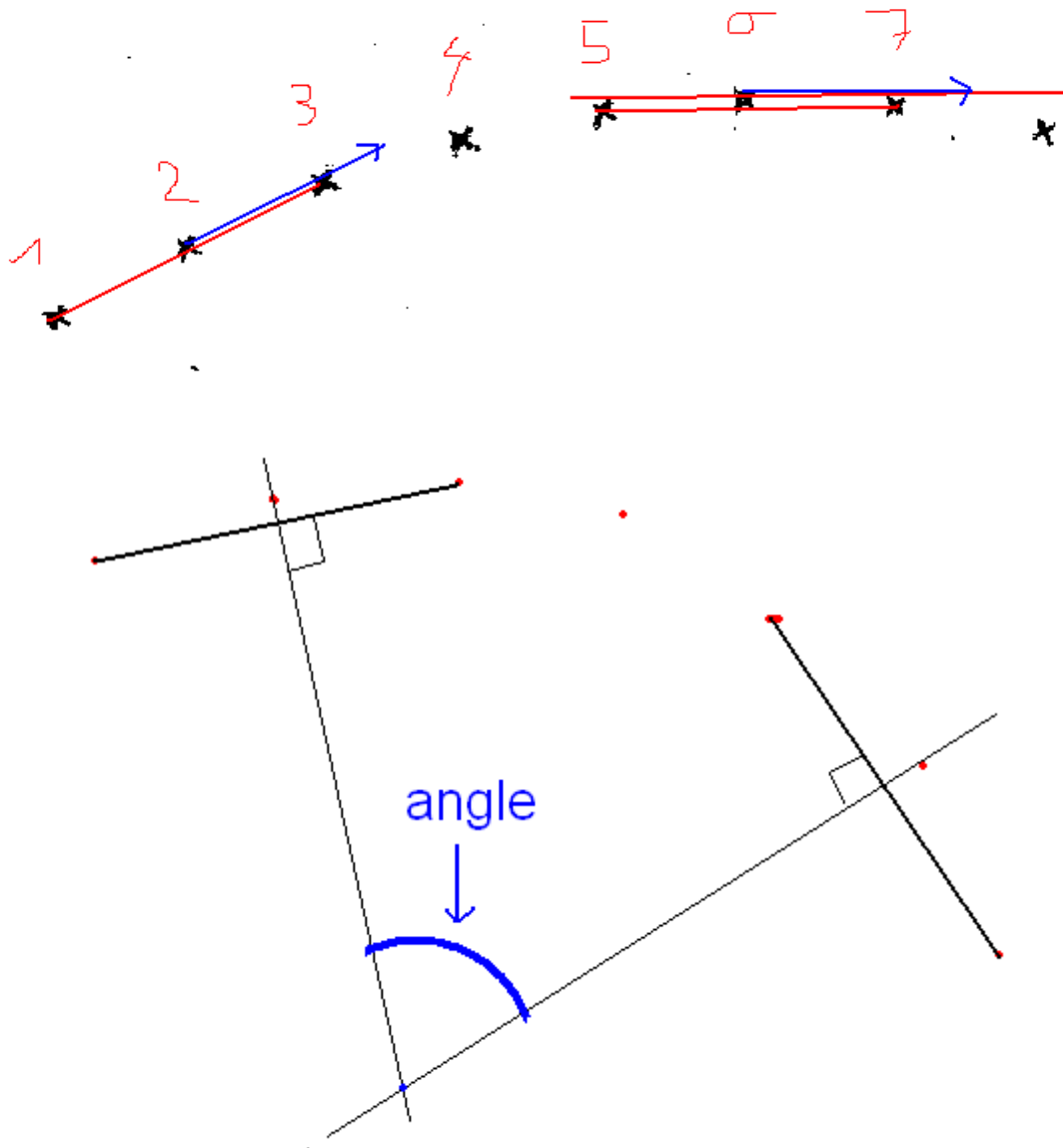


on mesure $\Delta V = 0,5 \text{ cm}$ (échelle 1 cm = 2 m/s)
donc $\Delta V = 0,5 \times 2 = 1 \text{ m/s}$

Pour a_{13} : $\Delta V = V_{14} - V_{13} = 1,0 \text{ m/s}$

on en déduit : $a_{13} = \Delta V / \Delta t = 1,0 / (10 \cdot 10^{-3}) = 100 \text{ m/s}^2$

pour a_{14} et a_{24} on trouve pratiquement les mêmes résultats.



4. Exploitation

En assimilant les points 12 à 18 à une trajectoire circulaire :

4.1. déterminer graphiquement le rayon de courbure R de cette trajectoire et donner sa valeur
on mesure pour le rayon de courbure $R = 9,5 \text{ cm}$

4.2. calculer la vitesse angulaire ω du mobile en $^\circ/\text{s}$ et en rad/s

La vitesse angulaire ω mesure la vitesse d'un angle θ pendant un temps t

$$\omega = \theta / t$$

- ω en rad/s
- θ en rad
- t en s

on mesure sur la feuille l'angle entre les points de 12 à 18 : $\theta = 20^\circ$

pour convertir en rad (soit calculatrice), soit $\theta = 20 \times \pi / 180 = \pi / 9 \text{ rad} = 0,3 \text{ rad}$ ($180^\circ \rightarrow \pi \text{ rad}$)

le temps pour que le mobile aille du point 12 à 18 est $\Delta t = 7 \times 10^{-3} \text{ s} = 70 \text{ ms} = 70 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

$$\omega = 20 / (70 \cdot 10^{-3}) = 285,7^\circ/\text{s}$$

$$\omega = 0,3 / (70 \cdot 10^{-3}) = 4,3 \text{ rad/s}$$

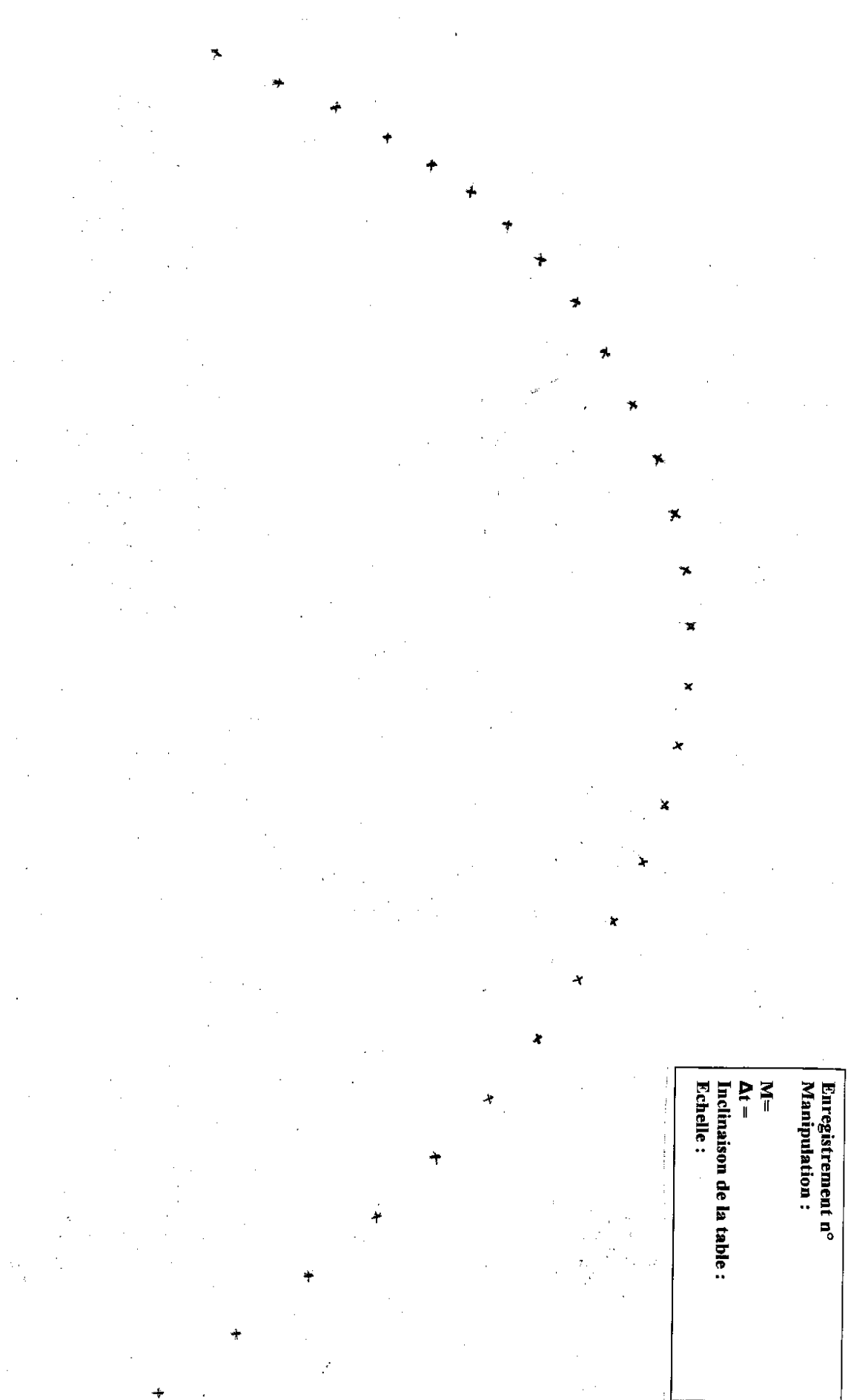
4.3. vérifier ce résultat à l'aide de la vitesse linéaire V au point 14 ou 15

La vitesse angulaire ω , aussi appelée fréquence angulaire ou pulsation, est une mesure de la vitesse de rotation. Elle s'exprime dans le système international en radians par seconde (rad/s). Une révolution complète est égale à 2π radians.

Pour une trajectoire circulaire: $\mathbf{v} = \mathbf{R} \cdot \boldsymbol{\omega}$

Enregistrement n°
Manipulation :

M=
 $\Delta t =$
Inclinaison de la table :
Echelle :



Enregistrement n°
Manipulation :
 $M =$
 $\Delta t =$
Inclinaison de la table :
Echelle :

5. mouvements particuliers

5.1. mouvement rectiligne

Si la vitesse est constante, on a alors un Mouvement Rectiligne Uniforme (MRU).

Si $V = \text{cte}$, alors $a = 0$ (MRU)

5.2. mouvement circulaire

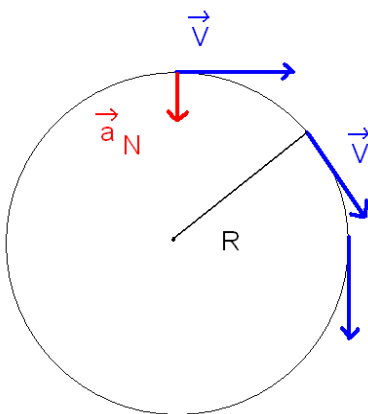
Le mouvement circulaire est un cas particulier d'un mouvement curviligne.

Dans ce cas, la trajectoire forme un cercle.

Rappel du TP : dans un MCU (Mouvement Circulaire Uniforme) la vitesse est constante mais les vecteurs vitesses sont différents.

Conséquence : $\Delta V \neq 0$ (cf construction des vecteurs)

donc $a \neq 0$



On montre qu'il existe une accélération dite normale, notée a_N , responsable de la force centrifuge (le corps a tendance à conserver son MRU).

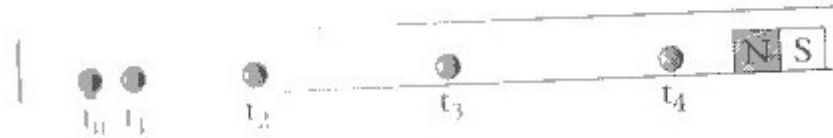
$$a_N = v^2 / R$$

- v = vitesse linéaire en m/s
- R = rayon de courbure en m
- a_N = accélération normale en m/s^2

remarque : l'accélération normale est perpendiculaire à la trajectoire (dirigée vers le centre du cercle).

correction exercices : ex 18p85 + 20p85 + 21p86 + ex22p86**ex18p85**

La chronographie d'une bille attirée par un aimant placé sur un même plan horizontal est représenté sur la figure ci-dessous.



Entre deux images successives, il s'écoule 200 ms.

18.1. caractériser le mouvement de la bille.

18.2. calculer la valeur des vitesses aux instants t_1 , t_2 , et t_3 .

18.3. Représenter les vecteurs vitesse correspondants à l'échelle de 1 cm pour 0,1 m/s.

18.4. Calculer l'accélération à la date t_2 .

18.5. Représenter le vecteur accélération correspondant à l'échelle de 1 cm pour 0,2 m/s².

18.1. Mouvement Rectiligne accéléré

18.2.

	t_1	t_2	t_3
d (cm)	1,4	2,6	3,5
Δx (cm) échelle	$1,4 \times 4 = 5,6$	$2,6 \times 4 = 10,4$	$3,5 \times 4 = 14,0$
v (m/s) $= \Delta x / \Delta t$ $= \Delta x / (2 \cdot \tau)$	$5,6 \cdot 10^{-2} /$ $(2 \times 200 \cdot 10^{-3})$ $= 0,14$	$10,4 / 40$ $= 0,26$	$14,0 / 40$ $= 0,35$

18.3. $v_1 = 0,14 \times 1 / 0,1 = 1,4$ cm

$v_2 = 0,26 \times 1 / 0,1 = 2,6$ cm

$v_3 = 0,35 \times 1 / 0,1 = 3,5$ cm

18.4. $a_2 = \Delta v / \Delta t = v_3 - v_1 / (2 \cdot \tau) = 0,35 - 0,14 / (2 \times 200 \cdot 10^{-3}) = 0,53$ m/s²

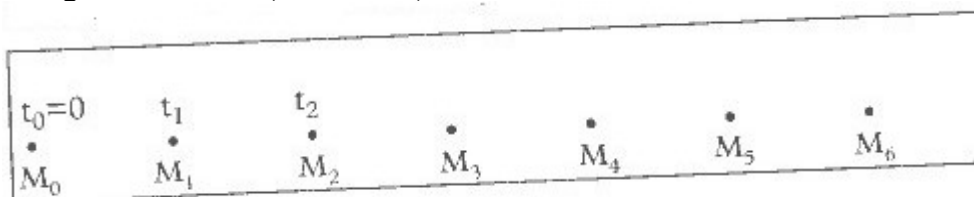
18.5. $a_2 = 0,53 \times 1 / 0,2 = 2,6$ cm

ex20p85

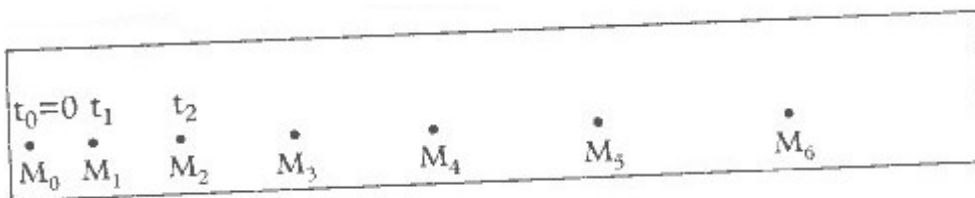
On procède aux enregistrements du mouvement d'un mobile autoporteur sur une table à coussin d'air dans deux situations différentes.

Dans les deux cas, on choisit comme origine des temps la date $t_0 = 0$ et la durée entre deux marquages successifs est $\Delta t = 40$ ms.

Enregistrement N°1 (échelle 1/2)



Enregistrement N°2 (échelle 1/2)



20.1. Reproduire chacun des enregistrements à l'aide d'un papier calque. Pour chaque enregistrement, recopier et compléter le tableau ci-dessous.

20.2. Représenter les vecteurs vitesse et les vecteurs accélération aux dates t_2 et t_4 .

Échelles : 1 cm pour 0,2 m/s et 1 cm pour 1 m/s².

20.3. Caractériser chaque mouvement et énoncer ses propriétés.

20.4. Un des deux enregistrements a été effectué en lâchant le mobile autoporteur sans vitesse initiale sur une table inclinée. Préciser lequel en justifiant la réponse.

M_i	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
V_i en m.s ⁻¹		$V_1 = \frac{M_0 M_2}{2\Delta t}$ =					
a_i en m.s ⁻²			$a_2 = \frac{V_3 - V_1}{2\Delta t}$ =				

20.1. enregistrement n°1

M_i	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
d (cm)		2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	
Δx (cm) échelle		$2,35 \times 2$ = 4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	
v_i (m/s)		$4,7 \cdot 10^{-2} /$ $(2 \times 40 \cdot 10^{-3})$ = 0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	
a_i (m/s ²)			$(0,56 - 0,56) /$ $80 \cdot 10^{-3}$ = 0	0	0		

enregistrement n°2

M_i	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
d (cm)		1,25	1,70	2,15	2,55	3,00	
Δx (cm) échelle		$1,25 \times 2$ = 2,50	$1,70 \times 2$ = 3,40	$2,15 \times 2$ = 4,30	$2,55 \times 2$ = 5,10	$3,00 \times 2$ = 6,00	
v_i (m/s)		$2,5 \cdot 10^{-2} /$ $(2 \times 40 \cdot 10^{-3})$ = 0,31	$3,40 / 8$ = 0,43	$4,30 / 8$ = 0,54	$5,20 / 8$ = 0,65	$6,00 / 8$ = 0,75	
a_i (m/s ²)			$(0,54 - 0,31) /$ $80 \cdot 10^{-3}$ = 2,8	$(0,65 - 0,43) /$ $80 \cdot 10^{-3}$ = 2,8	$(0,75 - 0,54) /$ $80 \cdot 10^{-3}$ = 2,8		

- 20.2. Enregistrement n°1
 $v_2 = 0,56 \times 1 / 0,2 = 2,8 \text{ cm}$
 $v_4 = 2,8 \text{ cm}$
 $a_2 = a_4 = 0$
- Enregistrement n°2
 $v_2 = 0,43 \times 1 / 0,2 = 2,2 \text{ cm}$
 $v_4 = 0,65 \times 1 / 0,2 = 3,3 \text{ cm}$
 $a_2 = a_4 = 1,4 \times 1 / 1 = 1,4 \text{ cm}$
- 20.3. Enregistrement n°1 : MRU, $V = \text{cte}$, $a = 0$
 Enregistrement n°2 : MRUV, $V \neq \text{cte}$, $a = \text{cte}$
- 20.4. Enregistrement n°2 : MRUV

ex21p86

Le mouvement d'une bille lâchée en chute libre sans vitesse initiale a été enregistré par chronophotographie. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

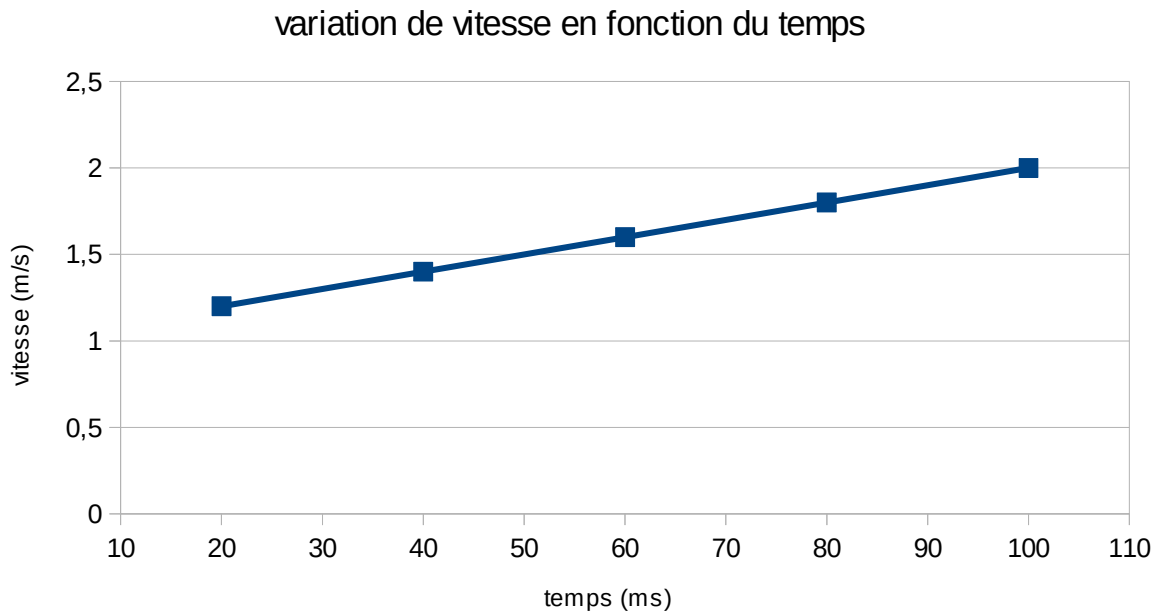
TEMPS. t EN ms	0	20	40	60	80	100	120
DISTANCE PARCOURUE EN mm	0	22	48	78	112	150	192

- 21.1. Calculer la vitesse de la bille aux instants $t = 20, 40, 60, 80$ et 100 ms .
 21.2. Représenter graphiquement les variations de la vitesse v en fonction du temps t puis interpréter le graphique obtenu.
 21.3. Calculer l'accélération de la bille aux instants $t = 40, 60$ et 80 ms puis conclure.

21.1. $v \text{ (m/s)} = \Delta x / \Delta t = \Delta x / (2 \cdot \tau)$

t en ms	20	40	60	80	100
$\Delta x \text{ (mm)}$	48	56	64	72	80
$v_i \text{ (m/s)}$	$48 \cdot 10^{-3} / (2 \times 20 \cdot 10^{-3}) = 1,2$	$56 / 40 = 1,4$	$64 / 40 = 1,6$	$72 / 40 = 1,8$	$80 / 40 = 2,0$
$a_i \text{ (m/s}^2\text{)}$		$(1,6 - 1,2) / (2 \times 20 \cdot 10^{-3}) = 10,0$	$(1,8 - 1,4) / 40 \cdot 10^{-3} = 10,0$	$(2,0 - 1,6) / 40 \cdot 10^{-3} = 10,0$	

21.2.



La vitesse augmente régulièrement en fonction du temps (fonction affine : $v = a.t$).

L'accélération a est constante (égale au coefficient directeur de la droite).

- 21.3. Voir tableau
 $a = \text{cte}$, donc MRUV

ex22p86

Un disque compact (CD) tourne dans son lecteur 16X à la fréquence de rotation 7 200 tr/min. Son diamètre est de 12 cm.

22.1. Calculer la fréquence (en Hz) et la période du mouvement du disque.

22.2. Calculer la vitesse angulaire ω .

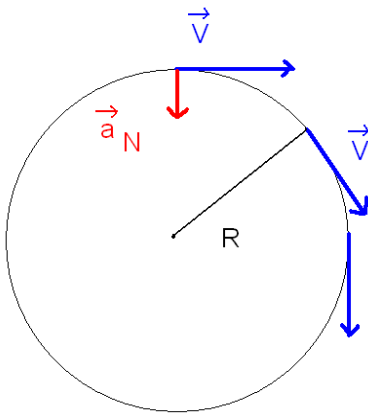
22.3. En déduire la vitesse d'un point situé à la périphérie du disque.

22.4. Déterminer la valeur de l'accélération à laquelle est soumis ce point.

- 22.1. rappel : fréquence = nbr de cycles / s
 $f = 7200 / 60 = 120 \text{ Hz}$
 rappel : période = tps pour 1 cycle
 $T = 1 / f = 1 / 120 = 8,3 \text{ ms}$
- 22.2. $\omega = 2\pi.f = 2\pi \times 120 = 753,5 \text{ rad/s}$
- 22.3. $v = R.\omega$
 avec $R = \emptyset / 2 = 12 / 2 = 6 \text{ cm}$
 $v = 6.10^{-2} \times 753,5 = 45,2 \text{ m/s}$
- 22.4. $a = v^2 / R = 45,2^2 / (6.10^{-2}) = 34\,050,5 \text{ m/s}^2$

5.3. vitesse linéaire et angulaire

On se place dans le cas d'un mouvement Circulaire et uniforme.



On cherche à calculer la vitesse.

On sait que $v = d / t$

pour un tour complet :

$d = \text{périmètre du cercle} = 2.\pi.R$

$t = \text{période, notée } T$

si on remplace

$$v = 2.\pi.R / T$$

or $2.\pi / T$ représente la pulsation (voir chap. électricité) notée ω ainsi que la vitesse angulaire (voir TP)

d'où $v = \omega.R$

- $v = \text{vitesse linéaire en m/s}$
- $\omega = \text{vitesse angulaire (rad/s)}$
- $R = \text{rayon (m)}$

Remarque : on a vu que $a_N = v^2 / R = (\omega.R)^2 / R = \omega^2.R$

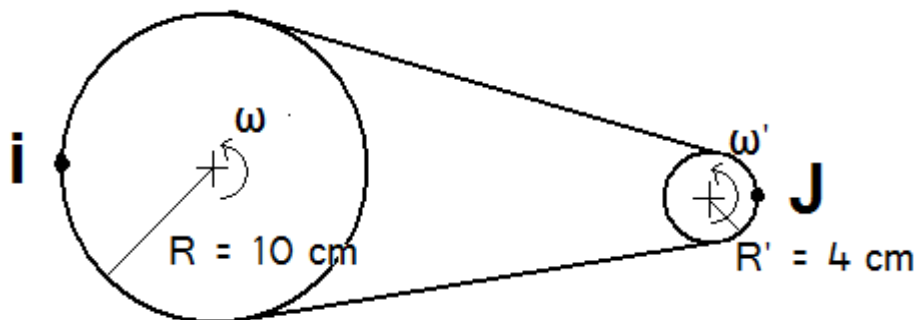
Pour jeudi 18 oct. : contrôle cours + exercice sur ce chapitre

1. Le chronographe en annexe représente la trajectoire d'un corps en chute libre.

- 2 pts 1.1. Donner la formule de la vitesse instantanée AVEC les unités.
 2 pts 1.2. Calculer les vitesses V_3 et V_5 du corps aux points 3 et 5.
 2 pts 1.3. Représenter les vecteurs vitesse aux point 3 et 5 (échelle : $2\text{cm} \leftrightarrow 1\text{ m/s}$).
 2 pts 1.4. Donner la formule de l'accélération instantanée AVEC les unités.
 1 pt 1.5. En déduire l'accélération du corps au point 4.

2. Un moteur, qui tourne à 3000 tours/minute, entraîne une courroie de distribution comme indiqué sur le schéma ci-dessous.

- 2 pts 2.1. Donner la relation entre fréquence et période AVEC les unités.
 2 pts 2.2. Calculer la fréquence et la période de rotation du moteur.
 2 pts 2.3. Donner la formule de la vitesse angulaire AVEC les unités.
 1 pt 2.4. Calculer la vitesse angulaire ω de l'axe du moteur.
 2 pts 2.5. Donner la relation entre vitesse linéaire et angulaire AVEC les unités.
 1 pt 2.6. Calculer la vitesse linéaire V au point I situé sur l'axe du moteur.
 2 pts Représenter le vecteur vitesse de V sur le schéma ci-dessous (échelle : $1\text{cm} \leftrightarrow 10\text{ m/s}$).
 2 pts 2.7. Indiquer la vitesse angulaire ω' du petit disque de rayon R' .
 1 pt 2.8. Indiquer le type du mouvement du point I dans un référentiel terrestre lié au sol.



3. Une voiture de course F1, qui roule à 310 km/h sur circuit, aborde sans ralentir un virage de 200 m de rayon de courbure.

- 1 pt 3.1. Donner cette vitesse en m/s.
 2 pts 3.2. Donner la formule de l'accélération normale dans le cas d'un Mouvement Circulaire Uniforme AVEC les unités.
 1 pt 3.3. Calculer l'accélération normale subie par le pilote.
 1 pt 3.4. Donner la valeur de l'intensité de pesanteur terrestre.
 1 pt 3.5. Comparer cette accélération à l'accélération de pesanteur.

ANNEXE

$\Delta t = 20 \text{ ms}$



1. Le chronographe en annexe représente la trajectoire d'un corps en chute libre.

1.1. Donner la formule de la vitesse instantanée AVEC les unités.

1.2. Calculer les vitesses V_3 et V_5 du corps aux points 3 et 5.

$$V_3 = \Delta x / \Delta t = x_5 - x_3 / (2 \cdot \tau) = 5,7 \cdot 10^{-2} / (2 \times 20 \cdot 10^{-3}) = 1,43 \text{ m/s}$$

$$V_5 = x_6 - x_4 / (2 \cdot \tau) = 8,7 / 4 = 2,18 \text{ m/s}$$

1.3. Représenter les vecteurs vitesse aux point 3 et 5 (échelle : 2cm $\leftrightarrow$ 1 m/s).

$$V_3 = (1,43 / 1) \times 2 = 2,9 \text{ cm}$$

$$V_5 = (2,18 / 1) \times 2 = 4,4 \text{ cm}$$

1.4. Donner la formule de l'accélération instantanée AVEC les unités.

1.5. En déduire l'accélération du corps au point 4.

$$a_4 = \Delta v / \Delta t = v_5 - v_3 / (2 \cdot \tau)$$

$$a_4 = (2,18 - 1,43) / (2 \times 20 \cdot 10^{-3}) = 18,75 \text{ m/s}^2$$

2. Un moteur, qui tourne à 3000 tours/minute, entraîne une courroie de distribution comme indiqué sur le schéma ci-dessous.

2.1. Donner la relation entre fréquence et période AVEC les unités.

2.2. Calculer la fréquence et la période de rotation du moteur.

$$f = 3000 / 60 = 50 \text{ Hz}$$

$$T = 1/f = 1/50 = 20 \text{ ms}$$

2.3. Donner la formule de la vitesse angulaire AVEC les unités.

2.4. Calculer la vitesse angulaire ω de l'axe du moteur.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 100 \times \pi = 314 \text{ rad/s}$$

2.5. Donner la relation entre vitesse linéaire et angulaire AVEC les unités.

2.6. Calculer la vitesse linéaire V au point I situé sur l'axe du moteur.

$$v = R \cdot \omega = 0,1 \times 314 = 31,4 \text{ m/s}$$

2.7. Représenter le vecteur vitesse de V sur le schéma ci-dessous (échelle : 1cm $\leftrightarrow$ 10 m/s).

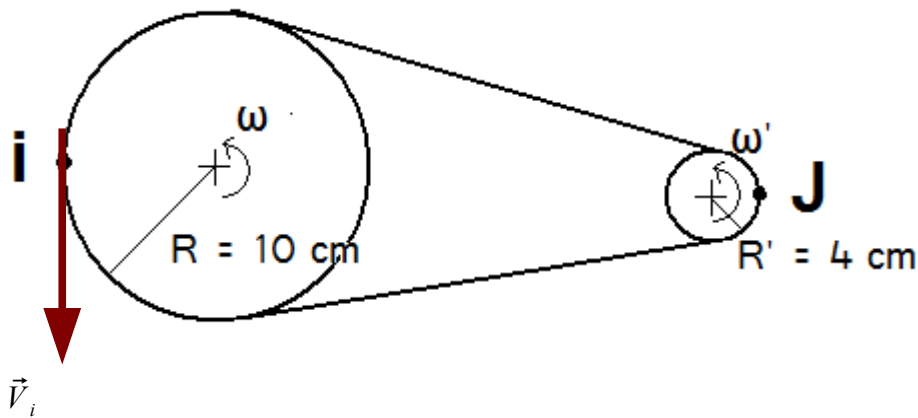
$$V_3 = (31,4 / 10) \times 1 = 3,1 \text{ cm}$$

2.8. Indiquer la vitesse angulaire ω' du petit disque de rayon R' .

$$v = R \cdot \omega = R' \cdot \omega'$$

$$\omega' = \omega \cdot R / R' = 314 \times 10 / 4 = 785 \text{ rad/s}$$

Indiquer le type du mouvement du point I dans un référentiel terrestre lié au sol.
MCU



3. Une voiture de course F1, qui roule à 310 km/h sur circuit, aborde sans ralentir un virage de 200 m de rayon de courbure.

3.1. Donner cette vitesse en m/s.

$$V = 310 / 3,6 = 86,1 \text{ m/s}$$

3.2. Donner la formule de l'accélération normale dans le cas d'un Mouvement Circulaire Uniforme AVEC les unités.

3.3. Calculer l'accélération normale subie par le pilote.

$$a_N = v^2 / R = 86,1^2 / 200 = 37,1 \text{ m/s}^2$$

3.4. Donner la valeur de l'intensité de pesanteur terrestre.

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ (environ } 10 \text{ m/s}^2)$$

3.5. Comparer cette accélération à l'accélération de pesanteur .

$$a_N / g = 37,1 / 9,81 = 3,78$$

le pilote à l'impression de peser 3,78 fois plus

LOIS FONDAMENTALES DE LA MÉCANIQUE

1. Rappel

Instinctivement, on pressent qu'il y a une relation entre vitesse, accélération et force.

Définissons la notion de force.

Une force est capable de :

- déformer un corps
- faire changer la **direction** et/ou la **vitesse** d'un mobile (**vecteur vitesse**)

Il existe plusieurs types de forces :

- forces de contact (pointe d'un stylo sur une feuille) et à distance (attraction terrestre)
- forces localisées (pointe d'un stylo) et répartie (vent sur une voile)

Une force se mesure en **Newton** (N) à l'aide d'un **dynamomètre**.

On peut caractériser une force par :

- un point d'application
- une direction
- un sens
- une intensité

Conséquence 1 : on modélisera les forces par un vecteur.

Conséquence 2 : pour simplifier le modèle, on assimilera et on représentera les forces réparties par une force unique.

Pour étudier les forces, on doit :

- définir un référentiel
- définir le système (forces exercées sur l'objet à étudier)

Ex : une bouteille est posée sur une table. Indiquer les forces exercées sur la bouteille.



- poids de la bouteille (attraction terrestre)
- réaction de la table / bouteille
- forces pressantes de l'atmosphère (négligeables)

2. forces particulières

2.1. le poids

Le poids est une force qui est caractérisée par :

- un point d'application : les objets seront assimilés à un point matériel confondu avec le centre de gravité noté G
- une direction : verticale
- un sens : vers le bas
- une valeur : $P = m.g$

P : Poids en N

m : masse en kg

g : intensité de pesanteur en N/kg (terre : 9,81 N/kg, lune : 1,62 N/kg, etc...)

remarque : g correspond également à une accélération de 9,81 m/s² au niveau de la mer

2.2. les forces de frottements

On a vu en TP, grâce à un mobile autoporteur, que l'on peut supprimer les forces de frottements.

Dans ce cas, un mouvement n'a pas besoin d'être entretenu par une force.

C'est le **principe d'inertie** vu en 2GT (**1ère loi de Newton**) : si les forces extérieures appliquées à un système se compensent, alors le système persévère dans son MRU (ou reste au repos).

Dans le cas d'un frottement, les forces ne se compensent plus, le MRU n'est plus conservé et le corps est décéléré.

Les forces de frottements s'opposent au déplacement.

Ex : une voiture roule à vitesse constante sur une route horizontale.

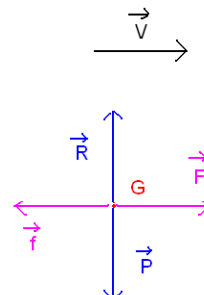
Représenter les forces exercées sur la voiture.

Réalité



Modèle

- P : poids de la voiture
- f : forces de frottements (vent + route)
- R : réaction de la route / voiture
- F : force motrice du moteur



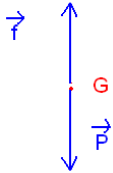
3. les lois de la mécanique

3.1. 1ère loi de Newton : loi de l'inertie

Rappel : quand les forces extérieures appliquées à un système se compensent, alors le système persévère dans son MRU (ou reste au repos).

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v}_G = c\vec{te}$$

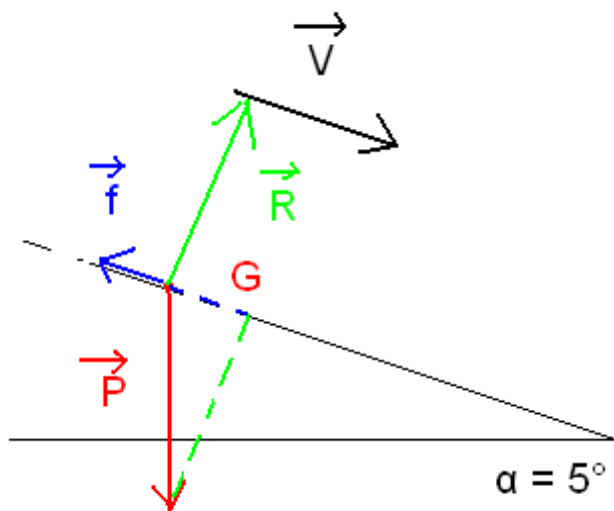
ex 1 : le corps en chute libre. Un parachutiste tombe avec une vitesse constante d'environ 200 km/h. Représenter les forces appliquées sur le parachutiste.

Réalité	Modélisation
	1. définir le système sur lequel les forces sont appliquées. Système : {parachutiste} 2. déterminer les forces appliquées à {parachutiste} - P : poids du parachutiste - f : forces de frottements - A : poussée d'Archimède (négligeable) 3. représentation On assimile le parachutiste à un point matériel au centre de gravité (confondu avec le centre d'inertie). {parachutiste} est animé d'un MRU = les forces se compensent $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ 

Ex 2 : la voiture sur une pente. Une voiture, dont le moteur est à l'arrêt, descend à vitesse constante sur une route qui fait un angle $\alpha = 5^\circ$ avec l'horizontale. On suppose les forces de frottements de l'air négligeables.

Représenter les forces appliquées sur la voiture.

- système : {voiture}
- forces appliquées à {voiture}
 - P : poids de la voiture
 - f : forces de frottements sur sol / {voiture}
 - R : réaction du sol
- représentation
{voiture} est dans un MRU : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$



Sachant que $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = \vec{0}$$

- P est verticale
- R est perpendiculaire à la pente
- f est opposée à V

on construit le triangle des forces :

- on commence par P
- on trace R depuis P jusqu'à la pente (pointillé vert)
- trace f pour revenir à G (pointillé bleu)

1. Objectif du TP

Établir une relation entre forces et accélération (2ème loi de Newton).

2. Matériel & instruments de mesure

- Mobile auto porteur
- Table inclinée
- Balance électronique
- Rapporteur
- Dynamomètre 2 N
- Chronographe
- papier millimétré

3. Protocole

- Manipulation :
- On pèse la masse du mobile autoporteur à l'aide d'une balance électronique.
 - On mesure la valeur du dynamomètre comme indiqué sur le schéma ci-dessous.
 - On lâche à l'instant $t_0 = 0$ un mobile autoporteur de masse $m = 745$ g sans vitesse initiale sur un plan incliné qui fait un angle $\alpha = 14^\circ$ avec l'horizontale.
 - On relève la position du mobile à intervalles de temps réguliers $\tau = 40$ ms sur le chronographe.
 - Orienter et numéroté les points du chronographe à partir de 1.
 - Recopier et compléter le tableau de mesures ci-dessous.

Tableau de mesures :

Point x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$[x_{i-1} ; x_{i+1}]$ (cm)											
Vitesse V (m/s)											
Accélération (m/s ²)											

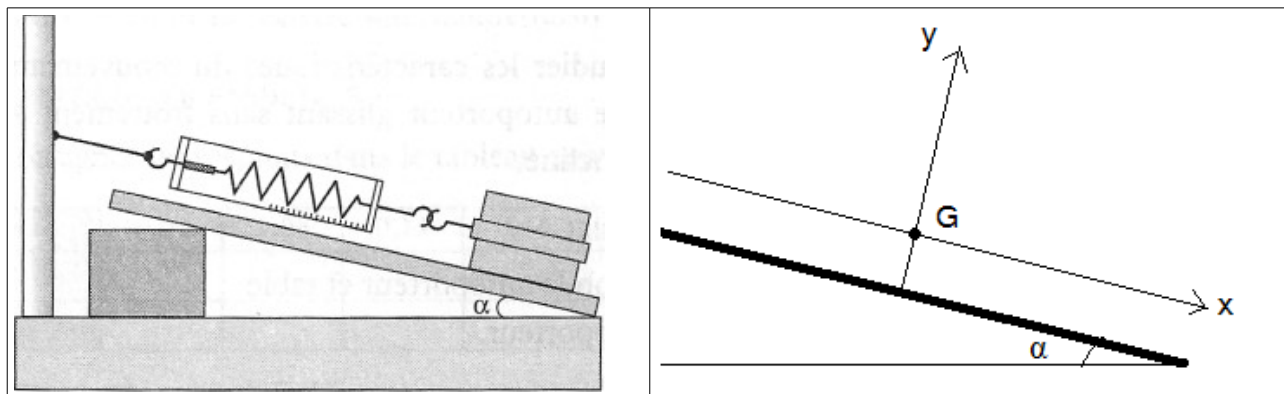
4. Exploitation

On note :

- $\vec{P}$: poids du mobile de masse m
- $\vec{R}$: réaction du support sur le mobile
- $\vec{T}$: tension exercée par le dynamomètre sur le mobile

3 pts

4.1. Représenter les forces ci-dessus sur la modélisation du mobile (à recopier sur la feuille de composition).



4 pts
2 pts

- 4.2. Vérifier $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$
4.3. Montrer que $T = P \cdot \sin \alpha$ et $R = P \cdot \cos \alpha$

On lâche le mobile :

1 pt
2 pts
1 pt
2 pts

- 4.4. Indiquer le type du mouvement du mobile autoporteur en justifiant la réponse.
4.5. Déterminer les forces appliquées au système {mobile autoporteur}.
4.6. En déduire la force résultante F appliquée au système {mobile autoporteur}.
4.7. Pour des inclinaisons différentes de la table, on relève les mesures suivantes :

α (°)	5	10	14	20	23	27	31
a (m/s ²)	0,9	1,7		3,4	3,8	4,5	5,1
F (N)							

Compléter le tableau de mesures.

4 pts
2 pts

- 4.8. Tracer la courbe $F = f(a)$
4.9. En déduire une relation entre la force résultante F et l'accélération a du mobile.

Bonus :

1 pt
2 pts
1 pt

- 4.10. Indiquer une méthode qui permette de trouver les vitesses instantanées V_1 et V_{11} .
4.11. Représenter le vecteur vitesse au point 1 (échelle : 4 cm $\leftrightarrow$ 0,1 m.s⁻¹).
4.12. En déduire l'instant t_1 à partir duquel la trajectoire a été enregistrée.

Isaac Newton (25 décembre 1642 – 20 mars 1727) est avant tout le père de la mécanique moderne grâce aux trois lois du mouvement qui portent son nom et dont on donne ci-après les énoncés :

- Principe d'inertie
- Principe fondamental de la dynamique
- Principe des actions réciproques

On appelle parfois cette dernière loi la loi d'action et de la réaction mais ce vocabulaire est susceptible de prêter à confusion.

Enregistrement n°

Manipulation :

M=

$\Delta t =$

Inclinaison de la table :

Echelle :

- Manipulation :
- On pèse la masse du mobile autoporteur à l'aide d'une balance électronique.
 - On mesure la valeur du dynamomètre comme indiqué sur le schéma ci-dessous.
 - On lâche à l'instant $t_0 = 0$ un mobile autoporteur de masse $m = 745 \text{ g}$ sans vitesse initiale sur un plan incliné qui fait un angle $\alpha = 14^\circ$ avec l'horizontale.
 - On relève la position du mobile à intervalles de temps réguliers $\tau = 40 \text{ ms}$ sur le chronographe.
 - Orienter et numéroté les points du chronographe à partir de 1.
 - Recopier et compléter le tableau de mesures ci-dessous.

Tableau de mesures :

Point x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$[x_{i-1} ; x_{i+1}] \text{ (cm)}$	X	1,5	2,1	2,9	3,7	4,4	5,2	6,0	6,8	7,5	X
Vitesse $V \text{ (m/s)}$	X	0,19	0,26	0,36	0,46	0,55	0,65	0,75	0,85	0,94	X
Accélération (m/s^2)	X	X	2,1	2,5	2,4	2,4	2,5	2,5	2,4	X	X

$$v_2 = [x_{i-1} ; x_{i+1}] / \Delta t = [x_{i-1} ; x_{i+1}] / (2 \cdot \tau)$$

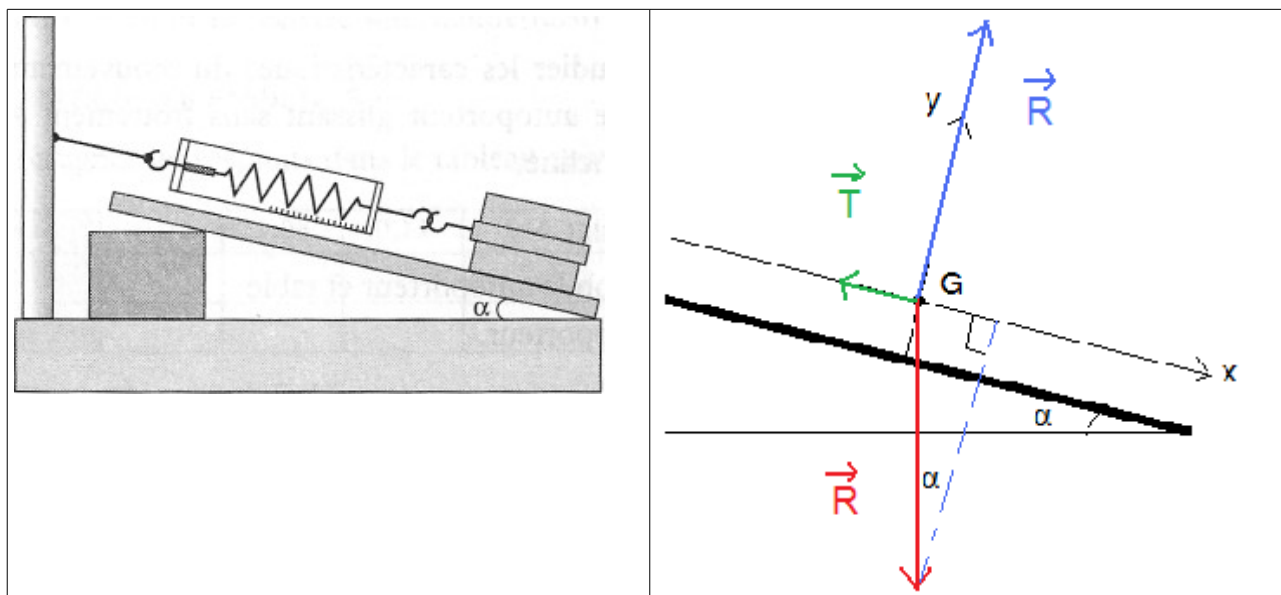
$$v_2 = 1,5 \cdot 10^{-2} / (2 \times 40 \cdot 10^{-3}) = 1,5 / 8 = 0,19 \text{ m/s}$$

$$a_3 = \Delta v / \Delta t = V_4 - V_2 / (2 \cdot \tau)$$

$$a_3 = (0,36 - 0,19) / (2 \times 40 \cdot 10^{-3}) = (0,36 - 0,19) / 0,08 = 2,13 \text{ m/s}^2$$

On note :

- $\vec{P}$: poids du mobile de masse m
- $\vec{R}$: réaction du support sur le mobile
- $\vec{T}$: tension exercée par le dynamomètre sur le mobile



1pt 4.2. Vérifier $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$
graphiquement les vecteurs forment un triangle de forces qui reviennent au point G

2 pts 4.3. Montrer que $T = P \cdot \sin \alpha$ et $R = P \cdot \cos \alpha$
dans le triangle rectangle formé par le triangle des forces

- $\sin \alpha = \text{opp} / \text{hyp} = T / P$, donc $T = P \cdot \sin \alpha$
- $\cos \alpha = \text{adj} / \text{hyp} = R / P$, donc $R = P \cdot \cos \alpha$

On lâche le mobile :

- 1 pt 4.4. Indiquer le type du mouvement du mobile autoporteur en justifiant la réponse.
D'après le tableau de mesures $a = \text{cte} \approx 2,4 \text{ m/s}^2$
D'après le chronographe le mouvement est rectiligne
Donc, on est en présence d'un MRUV

- 2 pts 4.5. Déterminer les forces appliquées au système {mobile autoporteur}.
- $\vec{P}$: poids du mobile de masse m
 - $\vec{R}$: réaction du support sur le mobile

- 1 pt 4.6. En déduire la force résultante F appliquée au système {mobile autoporteur}.
- Précédemment, le mobile était au repos.
T compensait la force résultante $\vec{F} = \vec{P} + \vec{R} = -\vec{T}$

- 2 pts 4.7. Pour des inclinaisons différentes de la table, on relève les mesures suivantes :

α (°)	5	10	14	20	23	27	31
a (m/s ²)	0,9	1,7	2,4*	3,4	3,8	4,5	5,1
F (N)	0,6	1,3	1,8	2,5	2,9	3,3	3,8

* résultat précédent $a = 2,5 \text{ m/s}^2$ (à vérifier sur le graphique)

D'après § 8.6. $\vec{F} = -\vec{T}$

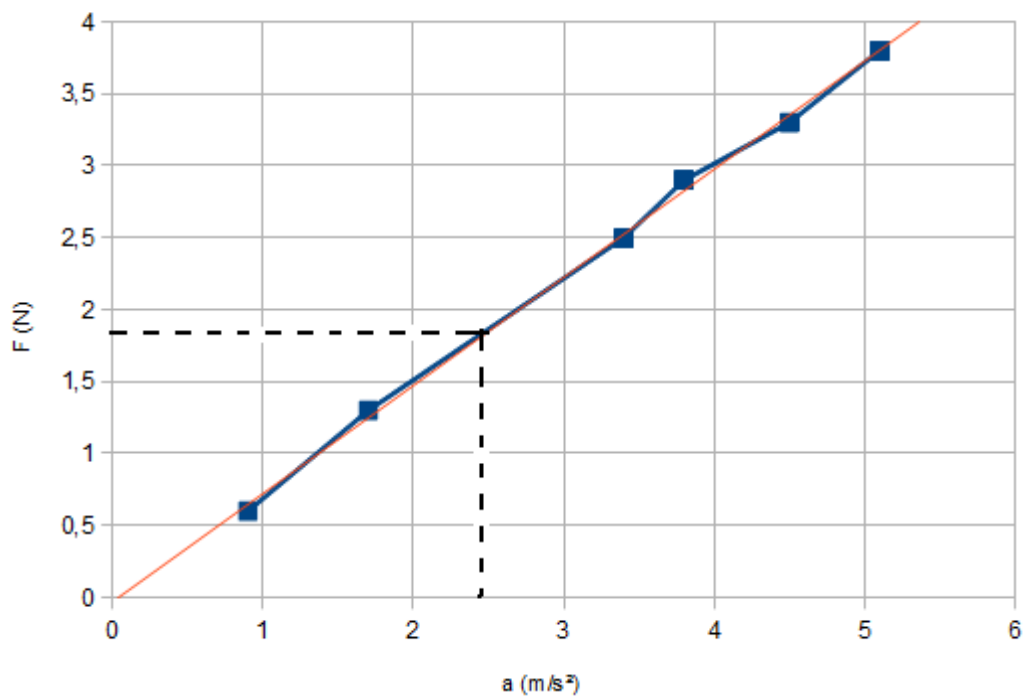
$F = T = P \cdot \sin \alpha$

$F = m \cdot g \cdot \sin \alpha = 0,745 \times 9,81 \times \sin(5) = 0,6 \text{ N}$

4 pts

- 4.8. Tracer la courbe $F = f(a)$

$F = f(a)$



- 2 pts 4.9. En déduire une relation entre la force résultante F et l'accélération a du mobile.
 F et a sont directement proportionnelles (fonction linéaire)
 $F = k \cdot a$, k = coefficient directeur

2 pts $k = F / a = 1,8 / 2,4 = 0,75$
on peut remarquer que $k \approx m$

1 pt d'où $F = m.a$
Finalement : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m. \vec{a}$ (2ème loi de Newton)

On dispose de 2 objets de masses différentes : m et m'
Si on lâche ces 2 objets sans vitesse initiale en haut d'une tour, ont-ils la même accélération ?
Vont-ils arrivés au sol en même temps ?

Système : {masse}

Forces appliquées sur {masse} :

- poids
- frottements de l'air (négligeables)

il n'y a qu'une force appliquée à {masse} : $P = m.g$

le système n'est pas au repos : 2ème loi de Newton $\Sigma \vec{F}_{ext} = m. \vec{a}$

$$P = m.a$$

$$m.g = m.a$$

$$g = a$$

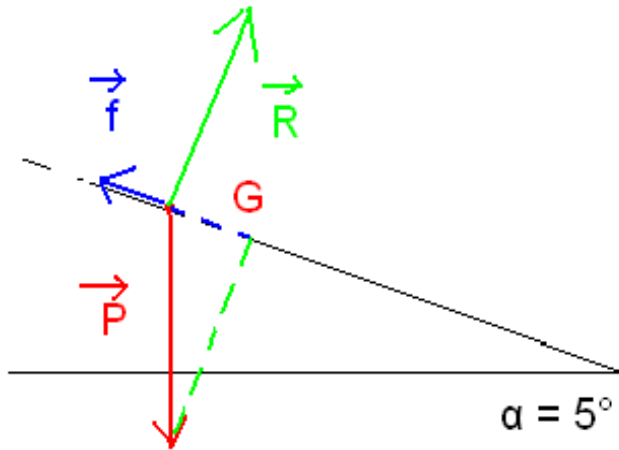
remarque : dans un corps en chute libre, la masse n'intervient pas dans son accélération (il faut que les frottements de l'air soient négligeables).

Expérience menée par Apollo 15 à propos de la théorie de la chute des corps énoncée par Galilée
http://www.youtube.com/watch?v=5C5_dOEyAfk

ex 3 : un mobile de masse $m = 100 \text{ kg}$ est disposé sur une pente qui fait un angle $\alpha = 5^\circ$ avec l'horizontale. Ce mobile peut glisser sans frottements sur la pente. Il est retenu par un câble qui l'empêche de glisser.

Calculer la force de tension dans le câble.

1. modélisation du système (représentation des forces)



La vitesse est nulle, on applique la 1ère loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = \vec{0}$$

- P : poids du mobile
- R : force de réaction sol / mobile
- f : force de traction du câble

rappel :

- $\sin \alpha = \text{opp/hyp}$
- $\cos \alpha = \text{adj/hyp}$
- $\tan \alpha = \text{opp/adj}$

On peut calculer $P = m \cdot g$ (on donne ici $g = 9,81 \text{ N/kg}$)

$$P = 100 \times 9,81 = 981 \text{ N}$$

Le triangle des forces est un triangle rectangle dont on connaît un côté (hyp = P) et un angle (α).

$$\sin \alpha = \text{opp/hyp} = f / P$$

$$P \cdot \sin \alpha = f$$

$$f = 981 \times \sin(5) = 85,5 \text{ N}$$

remarques :

- pour $\alpha = 0^\circ$, la pente est à l'horizontale, f doit être nulle (on est dans le cas ex 1 : $P = R$)
 $\sin(0) = 0$, le modèle est valable
- pour $\alpha = 90^\circ$, la pente n'existe plus, le mobile est suspendu au câble, f doit être = P
on vérifie : $\sin(90) = 1$

3.2. 2ème loi de Newton : relation fondamentale de la dynamique

Voir TP

3.3. 3ème loi de Newton : loi des actions réciproques

Quand 2 systèmes A et B sont en interaction (interagissent entre eux, cas de la bouteille et de la table).

La force exercée par {A} sur {B} = force exercée par {B} sur {A}
on le note $F_{A/B} = F_{B/A}$

remarque : la terre nous attire avec la même force que nous attirons la terre à nous.

$$\text{En vecteurs : } \vec{F}_{(A/B)} = -\vec{F}_{(B/A)}$$

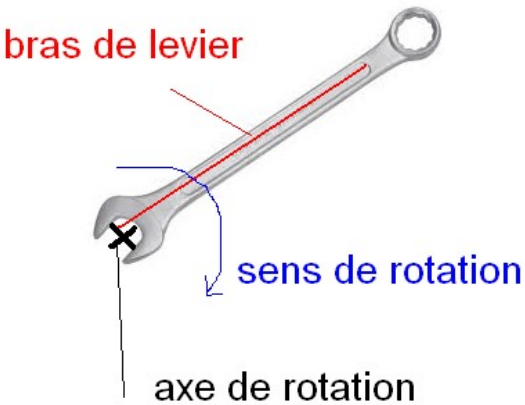
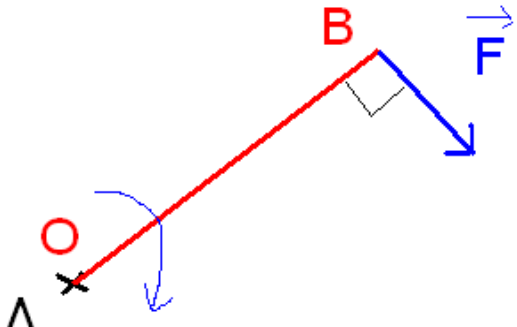
à rendre sur feuille pour la rentrée : ex11p116 + ex16p117

4. Moment d'une force

On parle de moment de force dans le cas d'un système en **rotation**.

Ex : cas d'un écrou que l'on serre à l'aide d'une clef plate. La force appliquée à l'écrou est dans ce cas plus importante.

Modélisons ce système.

Vie réelle	Modélisation
	On doit définir : - un axe de rotation (noté Δ) - sens de rotation (sens trigonométrique) - la force appliquée au système - la distance du point d'application de la force à l'axe de rotation remarque : la force doit toujours être perpendiculaire par rapport au bras de levier 

On montre que le moment de la force F par rapport à l'axe de rotation Δ est :

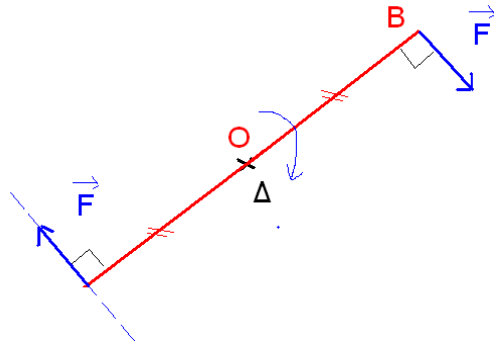
$$M_{\Delta}(F) = d.F$$

- d = distance (m)
- F = force (N)
- M = moment de la force (N.m)

4.1. cas d'un couple de forces

Cette fois, 2 forces interviennent.

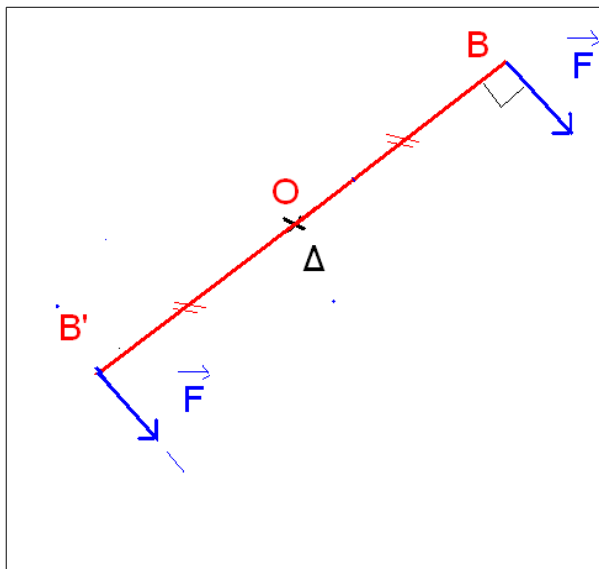
Cas pratique du volant : il existe un axe de rotation, une distance par rapport à cet axe et 2 forces (opposées, de même intensité et parallèles).



4.2 solide en équilibre autour d'un axe de rotation

Cas pratique de la balance.

Par rapport à la modélisation ci-dessus, il y a un léger changement.



Cette fois les forces ne sont plus de sens opposé.

Pour avoir équilibre, le moment de la force au point B doit « annuler » le moment de la force en B'.

On montre que pour qu'un solide en rotation soit à l'équilibre :

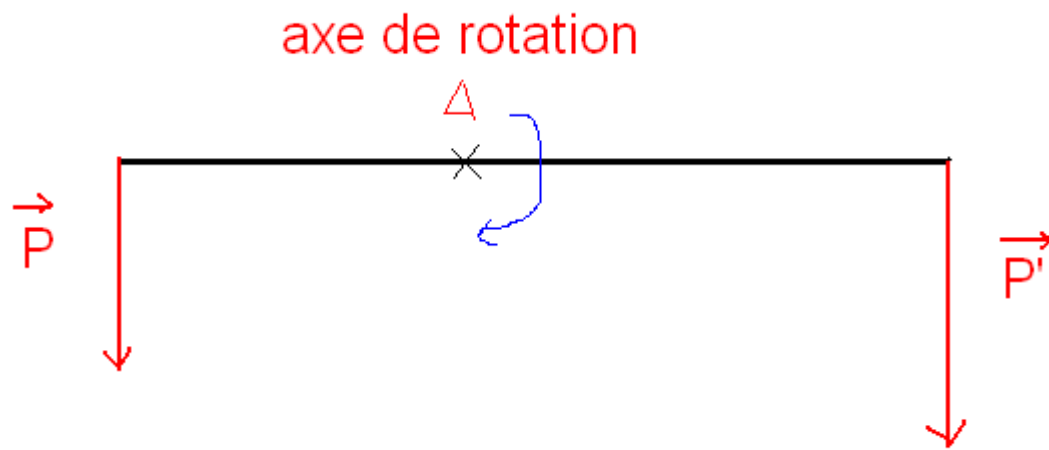
$$\Sigma M_{\Delta}(F) = 0$$

remarque : un moment doit avoir une valeur algébrique. Quand la force fait tourner dans le sens trigonométrique, on lui attribue un signe +, sinon un signe – dans le cas contraire.

Ex : Serge de masse $m = 40$ kg joue avec Alain de masse $m' = 35$ kg à la balançoire.

Alain est à 2 m de l'axe de rotation de la balançoire.

1. modéliser cette situation
2. calculer où doit se placer Serge pour que le système soit à l'équilibre.



le système est à l'équilibre si : $\Sigma M_{\Delta}(F) = 0$

donc $M_{\Delta}(P) + M_{\Delta}(P') = 0$

$P.d - P'.d' = 0$

$m.g.d - m'.g.d' = 0$

1. Un avion vole à vitesse et à altitude constantes sans changer de direction.

- 2 pts 1.1. Indiquer les forces appliquées au système {avion}.
- 2 pts 1.2. Citer la 1ère loi de Newton.
- 2 pts 1.3. Modéliser la situation.

2. Lors d'une compétition de skjöring, un cheval tracte à vitesse constante un skieur de masse $= 80 \text{ kg}$ sur une pente qui fait un angle $\alpha = 15^\circ$ avec l'horizontale.
On suppose que les skis glissent sans frottements sur la neige.

- 1,5 pts 2.1. Indiquer les forces appliquées au système {skieur}.
- 2 pts 2.2. Donner les 4 caractéristiques du poids.
- 2 pts 2.3. Calculer le poids du skieur.
- 1,5 pts 2.4. Modéliser la situation.
- 2 pts 2.5. Calculer la force de traction du cheval sur le skieur.

3. Une voiture de course de masse $m = 1 \text{ t}$ passe de 0 à 100 km/h en 3 secondes.

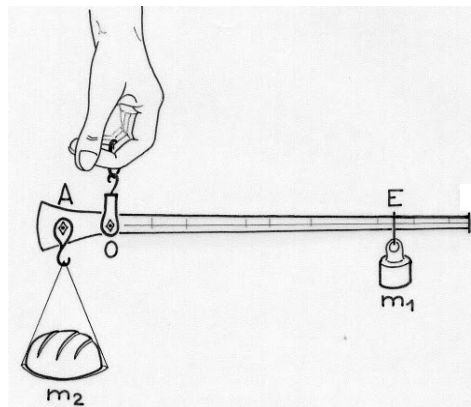
- 2 pts 3.1. Donner l'accélération de la voiture en m/s^2 .
- 2 pts 3.2. Citer la 2ème loi de Newton.
- 2 pts 3.3. En déduire la force résultante appliquée au système {voiture}.

4. Une balance romaine est constituée d'un fléau à bras inégaux mobile autour d'un axe horizontal passant par O comme indiqué sur le schéma ci-dessous. La distance du plateau à l'axe est $OA = 4 \text{ cm}$.

On pose sur le plateau une masse $m_2 = 400 \text{ g}$.

L'équilibre est obtenu en plaçant une masse m_1 à une distance $OE = 20 \text{ cm}$

- 2 pts 4.1. Donner la formule d'un moment de force AVEC les unités.
- 1 pt 4.2. Donner la relation d'un solide en équilibre autour d'un axe fixe.
- 2 pts 4.3. Modéliser cette situation.
- 2 pts 4.4. En déduire la masse m_1 pour que le système soit à l'équilibre.



On donne pour tous les exercices : $g = 10 \text{ N/kg}$

1. Un avion vole à vitesse et à altitude constantes sans changer de direction.

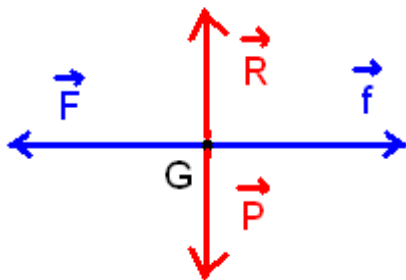
1.1. Indiquer les forces appliquées au système {avion}.

- P : poids de l'avion
- R : réaction de l'air sur l'avion (portance)
- F : force motrice de l'avion
- f : forces de frottements sur l'avion

1.2. Citer la 1ère loi de Newton.

Cf cours

1.3. Modéliser la situation.



2. Lors d'une compétition de skjöring, un cheval tracte à vitesse constante un skieur de masse $= 80 \text{ kg}$ sur une pente qui fait un angle $\alpha = 15^\circ$ avec l'horizontale.

2.1. Indiquer les forces appliquées au système {skieur}.

- P : poids du skieur
- R : force de réaction du sol sur le skieur
- T : force de traction du cheval sur le skieur

NB : sur la neige on suppose les frottements négligeables

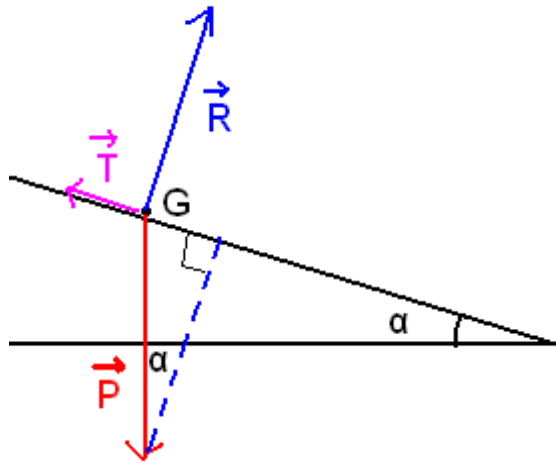
2.2. Donner les 4 caractéristiques du poids.

Cf cours

2.3. Calculer le poids du skieur.

$$P = m \cdot g = 80 \times 10 = 800 \text{ N}$$

2.4. Modéliser la situation.



2.5. Calculer la force de traction du cheval sur le skieur.

$$\sin \alpha = T / P$$

$$T = P \cdot \sin \alpha = 800 \times \sin(15) = 207 \text{ N}$$

3. Une voiture de course de masse $m = 1\text{t}$ passe de 0 à 100 km/h en 3 secondes.

3.1. Donner l'accélération de la voiture en m/s^2 .

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$\Delta v = (100 - 0) / 3,6 = 27,8 \text{ m/s}$$

$$a = 27,8 / 3 = 9,3 \text{ m/s}^2$$

3.2. Citer la 2ème loi de Newton.

Cf cours

3.3. En déduire la force résultante appliquée au système {voiture} .

$$F = m \cdot a$$

$$F = 1000 \times 9,3 = 9300 \text{ N}$$

5. Une balance romaine est constituée d'un fléau à bras inégaux mobile autour d'un axe horizontal passant par O comme indiqué sur le schéma ci-dessous. La distance du plateau à l'axe est $OA = 4 \text{ cm}$.

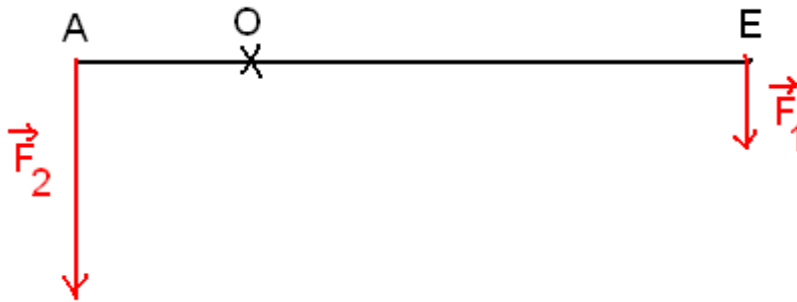
On pose sur le plateau une masse $m_2 = 400 \text{ g}$.

L'équilibre est obtenu en plaçant une masse m_1 à une distance $OE = 20 \text{ cm}$

- 5.1. Donner la formule d'un moment de force AVEC les unités.
Cf cours

- 5.2. Donner la relation d'un solide en équilibre autour d'un axe fixe.
Cf cours

- 5.3. Modéliser cette situation.



- 5.4. En déduire la masse m_1 pour que le système soit à l'équilibre.

$$\Sigma M_O(\vec{F}) = 0$$

$$F_2.OA - F_1.OE = 0$$

$$m_2.g.OA - m_1.g.OE = 0$$

$$m_2.OA - m_1.OE = 0$$

$$m_1 = m_2.OA / OE = 400 \times 4 / 20 = 80 \text{ g}$$

Jeudi 22 novembre 2012

- correction ex11p116 + ex16p117

ex11p116

Un viticulteur pousse une cuve, de masse 100 kg, posée sur le sol. Au cours de cette action, il exerce une force horizontale F de 600 N. La cuve se déplace lentement à vitesse constante.

11.1. Représenter sur un schéma la force exercée F et le poids P de la cuve.

Échelle : 1 cm pour 200 N.

On prendra : $g = 10 \text{ N/kg}$.

11.2. Dire à quelle autre force R la cuve est soumise.

11.3. Donner la relation qui lie ces trois forces.

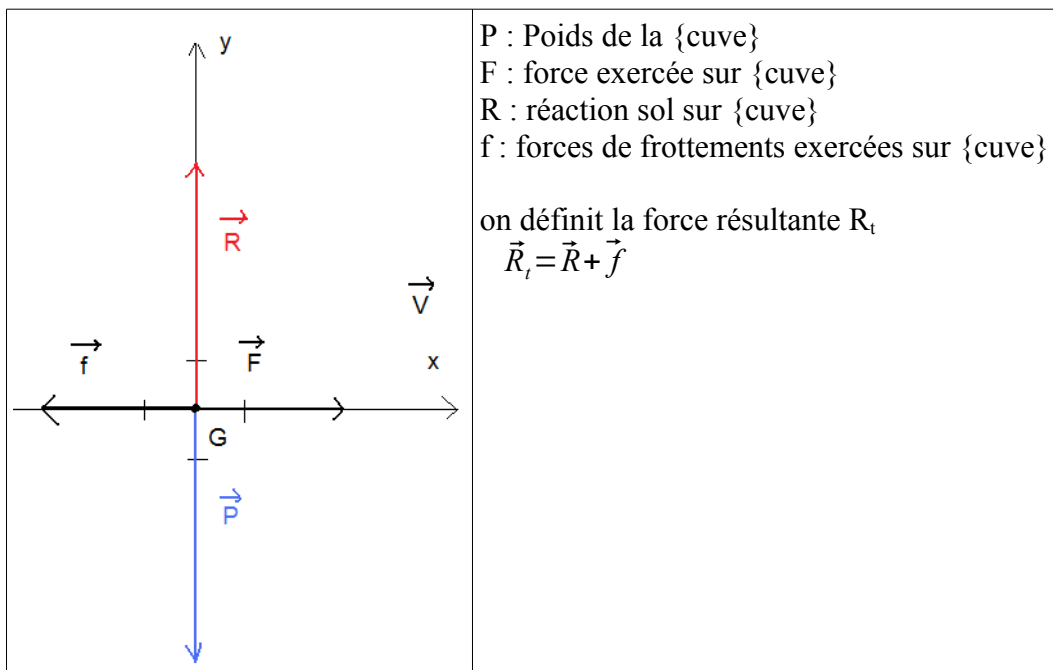
11.4. Déterminer graphiquement la valeur des composantes horizontale et verticale de R .

11.5. En déduire la valeur de la force f de frottement.

$m = 100 \text{ kg}$

$F = 600 \text{ N}$ (3 cm)

1. $P = m \cdot g = 100 \times 10 = 1000 \text{ N}$ (5 cm)
2. voir ci contre



3. Puisque $\vec{v} = cte$, alors $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{F} + \vec{R} + \vec{f} = \vec{P} + \vec{F} + \vec{R}_i = \vec{0}$ (1ère loi de Newton)

4. $\vec{R} = -\vec{P}$

$$R_{ty} = P = 1000 \text{ N}$$

$$R_{tx} = f = 600 \text{ N}$$

$$\text{th. Pythagore : } R^2 = R_{tx}^2 + R_{ty}^2$$

$$R = \sqrt{(R_{tx}^2 + R_{ty}^2)} = \sqrt{(600^2 + 1000^2)} = 1166 \text{ N}$$

$$5. \quad \vec{F} = -\vec{f}$$

$$f = F = 600 \text{ N}$$

ex16p117

Le moteur d'une voiture entraîne les roues motrices avant du véhicule (voir schéma ci-dessous).

On donne :

- G : centre d'inertie de la voiture
- C1 : point de contact des roues avant sur le sol
- C2 : point de contact des roues arrière sur le sol.

Les forces qui s'exercent sur le véhicule sont désignées par :

- P : poids de la voiture
- R1t et R2t : composantes tangentielle des forces de réaction exercées par le sol en C1 et C2
- R1n et R2n : composantes normales des forces de réaction exercées par le sol en C1 et C2
- f : résistance de l'air.

16.1. Schématiser la situation en représentant ces différentes forces sans tenir compte de la nature du mouvement.

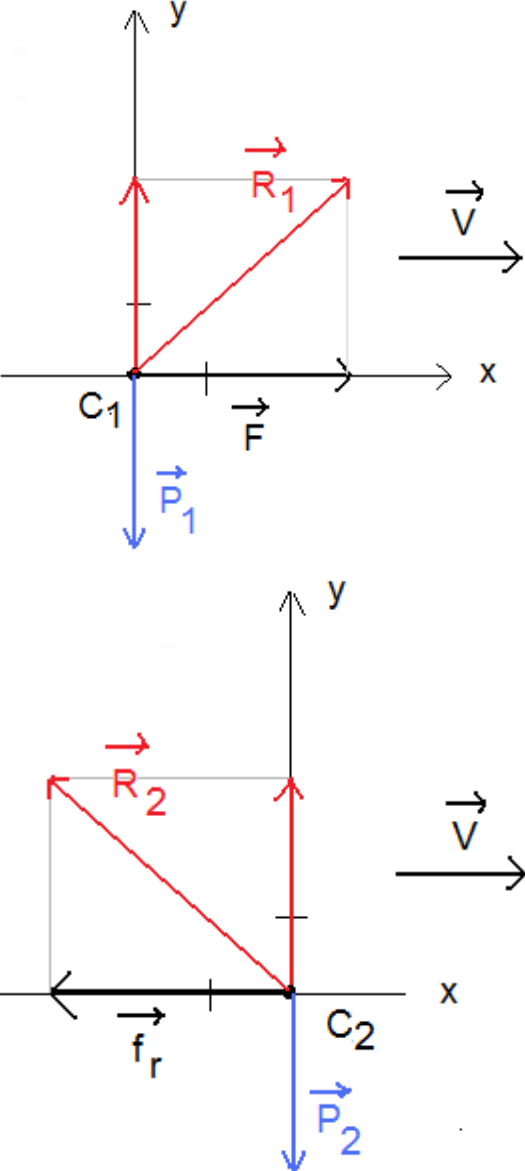
16.2. Donner la valeur de la résultante de ces forces lorsque le mouvement de la voiture est rectiligne uniforme.

16.3. Décrire le mouvement du véhicule lorsque les forces motrices l'emportent.

16.4. Décrire et justifier la situation dans laquelle se trouve la voiture sur une route verglacée.



1. modélisation

Vie réelle	Modélisation
	(identique à ex11p116) on note : $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ $\vec{R} = \vec{R}_{1n} + \vec{R}_{2n}$ et $\vec{f}_r = \vec{f} + \vec{f}'$, f forces de frottement au sol 

2. Puisque $\vec{v} = \vec{cte}$, alors $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{f}_r + \vec{R} + \vec{F} = \vec{P} + \vec{R}_{2t} + \vec{R}_{1n} + \vec{R}_{2n} + \vec{R}_{1t} = \vec{0}$ (1ère loi de Newton)

3. dans ce cas $\vec{v} \neq \vec{cte}$ on a un Mouvement Rectiligne accéléré

4. pas de frottement au niveau du sol :

d'après la 3ème loi de Newton : $\vec{R}_{1n} = \vec{R}_{2n} = \vec{0}$

ÉNERGIE MÉCANIQUE

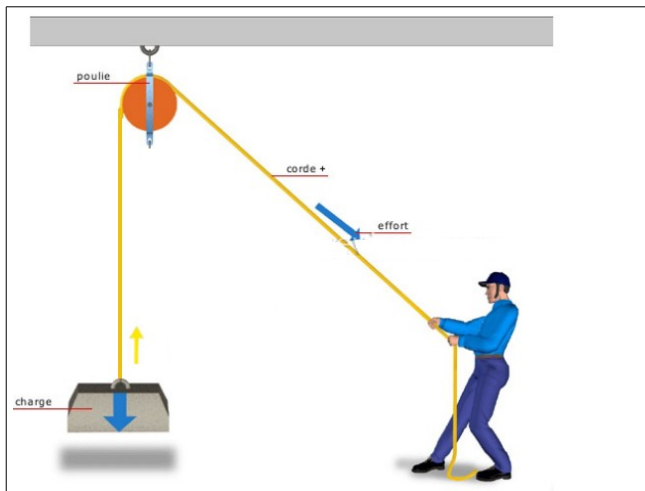
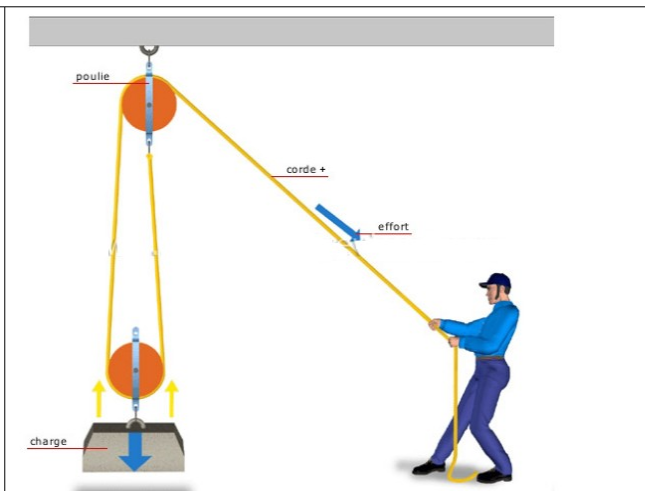
1. Notion de travail

Le mot « travail » dans le langage de tous les jours se réfère à un effort, en physique il se rapporte à l'énergie mécanique.

On note cette énergie W (Work en anglais).

Rappel : l'énergie est une force en mouvement.

Prenons 2 cas de figure :

 La personne exerce : • une force F • sur une longueur L	 La personne exerce : • une force $F/2$ • sur une longueur $2.L$
---	--

1. Objectif du TP

Vérifier la conservation de l'énergie mécanique.

2. Matériel & instruments de mesure

- Bille
- détecteur double faisceaux
- Chronographe

3. Protocole

- Manipulation :
- on lâche à l'instant $t_0 = 0$ une bille de masse $m = 50$ g sans vitesse initiale
 - à un instant t , on relève la position de la bille à intervalles de temps réguliers $\tau = 20$ ms sur le chronographe
 - orienter et numéroté les points du chronographe à partir de 1
 - prendre comme altitude de référence le point 9
 - recopier et compléter le tableau de mesures ci-dessous

Tableau de mesures :

Point x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[x_{i-1} ; x_{i+1}]$ (cm)									
Vitesse V (m/s)									
Altitude (m)									
E_c (J)									
E_p (J)									
$E_m = E_c + E_p$ (J)									

4. Exploitation

- 6 pts 4.1. Sur le même graphe, représenter $E_c = f(t)$, $E_p = f(t)$ et $E_m = f(t)$.
- 2 pts 4.2. En déduire les énergies cinétiques E_{c1} et E_{c9} aux points x_1 et x_9 .
- 2 pts 4.3. En déduire les vitesses V_1 et V_9 aux points x_1 et x_9 .
- (4 pts) 4.4. Indiquer une méthode qui permet de trouver t_0 .
- 1 pt 4.5. Donner l'énergie potentielle E_{p0} à t_0 .
- 1 pt 4.6. En déduire la hauteur h_0 à t_0 .
- 1 pt 4.7. Calculer la puissance mécanique du système {bille}.
- 2 pts 4.8. Énoncer les 2 principes qui régissent l'énergie puis indiquer sous quelle forme se dissipe l'énergie cinétique lorsque la bille touche le sol.

Vidéo d'illustration :

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=3ao4h7-aka8>

L'énergie cinétique E_c est l'énergie que possède un corps du fait de sa masse m et de sa vitesse v .
$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

L'énergie potentielle de pesanteur E_p est l'énergie que possède un corps du fait de sa masse m et de sa position (hauteur h) dans un champ de pesanteur d'intensité g .
$$E_p = mgh$$

L'énergie mécanique E_m est l'énergie d'un système emmagasinée sous forme d'énergie cinétique et d'énergie potentielle. C'est une quantité conservée en l'absence de frottement ou de choc.

Tableau de mesures :

Point x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[x_{i-1} ; x_{i+1}]$ (cm)	X	3,2							X
Vitesse V (m/s)	X	$3,2 / 4$ $= 0,80$							X
Altitude (m)		$21,2 \cdot 10^{-2}$							0
E_c (J)	X	$16 \cdot 10^{-3}$							X
E_p (J)	$0,110853$ $= 110,853 \cdot 10^{-3}$ $= 111 \cdot 10^{-3}$	$104 \cdot 10^{-3}$							0
$E_m = E_c + E_p$ (J)									X

$$V = \text{distance} / \text{temps} = 3,2 \text{ cm} / (2 \times 20 \text{ ms}) = 3,2 \times 10^{-2} / (40 \times 10^{-3}) = 3,2 \times 10^{-2} / (4 \times 10^{-2}) = 3,2 / 4$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 50 \cdot 10^{-3} \times 0,8^2 = \frac{1}{2} \times 0,05 \times 0,8^2 = 0,016 = 16 \cdot 10^{-3} \text{ J } (= 16 \text{ mJ})$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 50 \cdot 10^{-3} \times 9,81 \times 21,2 \cdot 10^{-2} = 0,1039 = 104 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

TP Energie mécanique

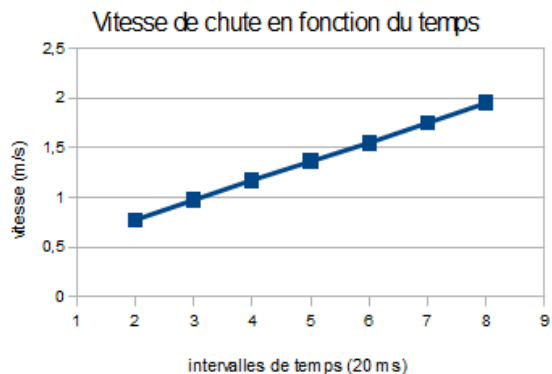
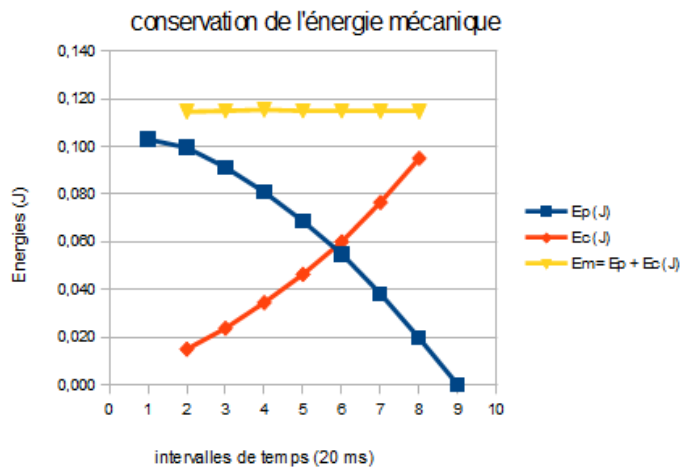
M = 50 g
T = 20 ms

Point x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[x_{i-1} ; x_{i+1}]$ (cm)		3,1	3,9	4,7	5,45	6,2	7	7,8	
Vitesse V (m/s)		0,78	0,98	1,18	1,36	1,55	1,75	1,95	
Altitude h (cm)	21,0	20,3	18,6	16,5	14,0	11,2	7,8	4,0	0,0
E_p (J)	0,103	0,100	0,091	0,081	0,069	0,055	0,038	0,020	0,000
E_c (J)		0,015	0,024	0,035	0,046	0,060	0,077	0,095	
$E_m = E_p + E_c$ (J)		0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	

$$E_c(1) = 0,012 \text{ J}$$

$$E_c(9) = 0,115 \text{ J}$$

$$H = 0,23 \text{ m}$$



2 pts

4.2. En déduire les énergies cinétiques E_{c1} et E_{c9} aux points x_1 et x_9 .

On constate que $E_m = E_c + E_p = \text{cte}$

on dit que l' E_m d'un système se conserve

$$E_m = E_{c1} + E_{p1}$$

$$E_{c1} = E_m - E_{p1} = 115 - 103 = 12 \text{ mJ}$$

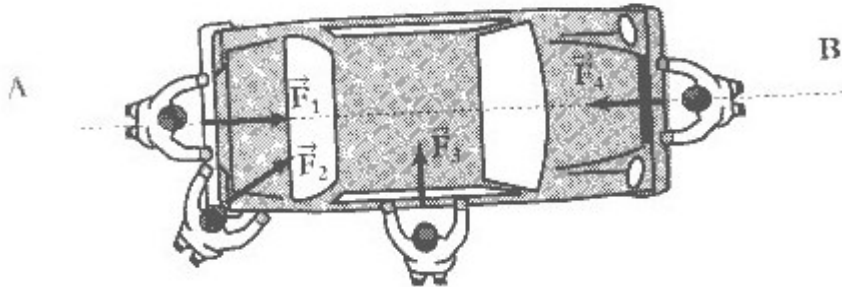
$$E_m = E_{c9} + E_{p9}$$

$$E_{c9} = E_m - E_{p9} = 115 - 0 = 115 \text{ mJ}$$

- 2 pts 4.3. En déduire les vitesses V_1 et V_9 aux points x_1 et x_9 .
 1ère méthode : E_c
 $E_{c1} = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2$
 $v_1 = \sqrt{(2 \cdot E_{c1} / m)} = \sqrt{(2 \times 12 \cdot 10^{-3} / 50 \cdot 10^{-3})} = 0,59 \text{ m/s}$
 $v_9 = \sqrt{(2 \cdot E_{c9} / m)} = \sqrt{(2 \times 115 \cdot 10^{-3} / 50 \cdot 10^{-3})} = 2,14 \text{ m/s}$
- 2ème méthode : tracer $v = f(t)$
 v est proportionnelle au temps : $v = a \cdot t$
 $a = \Delta v / \Delta t = (1,95 - 0,78) / (8 - 2) = 0,2 \text{ m/s} / \text{intervalle}$
 $v_1 = v_2 - 0,2 = 0,78 - 0,2 = 0,58 \text{ m/s}$
 $v_9 = v_8 + 0,2 = 1,95 + 0,2 = 2,15 \text{ m/s}$
- (4 pts) 4.4. Indiquer une méthode qui permet de trouver t_0 .
 D'après le graphique $v = f(t)$, $v = 0$ pour 2τ avant t_1 .
- 1 pt 4.5. Donner l'énergie potentielle E_{p0} à t_0 .
 À $t = t_0$, $v_0 = 0 \text{ m/s}$, $E_{c0} = 0 \text{ m/s}$
 $E_{p0} = E_m - E_{c0} = 115 - 0 = 115 \text{ mJ}$
- 1 pt 4.6. En déduire la hauteur h_0 à t_0 .
 $E_{p0} = m \cdot g \cdot h_0$
 $h_0 = E_{p0} / (m \cdot g) = 115 \cdot 10^{-3} / (50 \cdot 10^{-3} \times 9,81) = 0,23 \text{ m} = 23 \text{ cm}$
- 1 pt 4.7. Calculer la puissance mécanique du système {bille}.
 $P = E_m / t$, $t = 9$ intervalles de temps (cf $v = f(t)$)
 $P = 115 \cdot 10^{-3} / (9 \times 20 \cdot 10^{-3}) = 0,64 \text{ W} = 640 \text{ mW}$
- 2 pts 4.8. Énoncer les 2 principes qui régissent l'énergie puis indiquer sous quelle forme se dissipe l'énergie cinétique lorsque la bille touche le sol.
 Principe de conservation et de conversion.
 E_m se transforme en E_{th}

Jeudi 14 février

Sur le schéma du livre p 127, on s'aperçoit qu'il est + ou – efficace de pousser la voiture selon l'angle entre la force F et le déplacement.



Pour un angle $\alpha = 0^\circ$ ou $\alpha = 180^\circ$, l'efficacité est max

Pour un angle $\alpha = 90^\circ$, l'efficacité est nulle

Conclusion : l'Eméca (travail) fait intervenir :

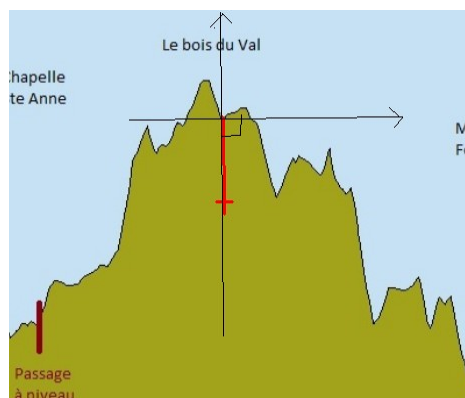
- la Force F
- le déplacement pour aller d'un point A à un point B
- l'angle entre F et le déplacement

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

- W = travail en Joule (J)
- F = Force en Newton (N)
- AB = déplacement en m
- α = angle entre la force et le déplacement

2. Le travail du poids

Prenons l'exemple d'un cycliste engagé dans une course de montagne.



On décompose le déplacement selon une composante horizontale et verticale (projection vectorielle sur les axes d'un repère).

On a vu que sur le trajet horizontal $W(\vec{P}) = 0$ car entre le poids et le déplacement $\alpha = 90^\circ$.

Conclusion : le travail du poids ne dépend que de la hauteur et pas du trajet suivi.

D'où : $W(\vec{P}) = P \cdot \Delta h$

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (h_A - h_B)$$

- W = travail en Joule (J)
- m = masse en kg
- h = hauteur en m

NB : g = intensité de pesanteur = 9,81 N/kg au niveau de la mer

ex 1 : calculer le travail du poids pour **monter** une masse de 1t d'une hauteur de 10 m.

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (h_A - h_B) = 1000 \times 9,81 \times (0 - 10) = -98\,100 \text{ J} < 0$$

ex 2 : même question, pour **descendre** cette masse de la même hauteur.

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (h_A - h_B) = 1000 \times 9,81 \times (10 - 0) = 98\,100 \text{ J} > 0$$

- Lorsque la Force aide au déplacement, on a un travail **moteur** ($W > 0$).
- Lorsque la Force s'oppose au déplacement, on a un travail **résistant** ($W < 0$).

à faire : ex 2 p 139

lundi 4 mars

correction ex 2 p 139

Dire pour chacune des propositions suivantes si elle est juste ou fausse. Justifier la réponse.

- 1 - Le travail d'une force dont le point d'application ne se déplace pas est nul.
- 2 - Pour que le travail d'une force soit nul, il est nécessaire et suffisant que son point d'application ne se déplace pas.
- 3 - Le travail d'une force F dont le point d'application se déplace d'une distance AB dont la direction fait un angle α avec celle de F s'exprime par :
$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \sin \alpha$$
- 4 - Le travail d'une force dont l'angle formé par F et AB est égal à 120° est négatif.
- 5 - Le travail du poids P d'un corps dont le centre d'inertie passe d'une altitude ZA à une altitude z_B est donné par la relation :
$$W_{AB}(\vec{P}) = P \cdot (z_B - z_A)$$
- 6 - Le travail d'une force de frottement f de 10 N qui déplace son point d'application de 5 m dans la direction du mouvement est de 50 J.
- 7 - La puissance d'une force est proportionnelle à la durée de son déplacement.
- 8 - L'unité de puissance dans le Système International est le watt.

Rappel :

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (h_A - h_B)$$

$$P = E / t$$

1. vrai
2. faux, il faut également $\alpha \neq 90^\circ$ modulo 180°
3. faux, cf ci-dessus
4. vrai
5. faux, cf ci-dessus
6. vrai, $10 \times 5 \times 1 = 50$
7. faux, inversement proportionnelle
8. vrai

3. Énergie cinétique

Rappel : on a vu en TP que L'Ec est une E liée au mouvement (voir TP).

Pour en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_cin%C3%A9tique

On montre que : $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

- Ec = énergie cinétique en J
- m = masse en kg
- v = vitesse en m/s

4. Énergie potentielle

Rappel : une Ep est une E qui a la possibilité de se transformer en Ec (voir TP).

Pour en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_potentielle

On montre qu'il existe différentes formes d'Ep :

- Ep de pesanteur : chute d'un corps (cf travail du poids)
- Ep élastique : ressort en compression

5. Conservation de l'énergie mécanique

Rappel : les 2 principes de l'E nous disent que l'E se transforme et que l'E se conserve.

L'Ep se transforme en Ec et la qté E se conserve (il y a transfert entre Ep et Ec, et inversement).

$$E_m = E_c + E_p = \text{cte}$$

Ex : on lance une balle à la verticale.

Au début : Ep = 0 (hauteur = 0), Ec est max

Lors de la montée, v diminue → Ec diminue (Ec se convertit en Ep, car h augmente)

Quand h est max, Ec = 0 (v = 0), Ep est max

6. Théorème de l'Energie cinétique

Pour faire varier la vitesse d'un corps (Ec), il faut lui fournir de l'E (ou on peut récupérer de l'E).

L'E fournit/récupérée est de l'Em.

Soit : $\Delta E_c = E_m$ (Em = travail de une ou plusieurs forces)

$$\sum W_{AB}(\vec{F}_{ext}) = \Delta E_c = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2$$

Ex : chute d'un corps.

Un corps de masse m = 10 kg, chute d'une hauteur de 6 m sans vitesse initiale (on suppose que les frottements de l'air sont négligeables).

Calculer sa vitesse à l'arrivée.

Au départ (au point A) : $v_A = 0$ (pas de vitesse initiale)

La force appliquée au système est le poids : $\sum W_{AB}(\vec{F}_{ext}) = W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (h_A - h_B)$

A l'arrivée (sol) : $h_B = 0$

$$m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2$$

$g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot v_B^2$: la masse d'un corps n'intervient pas dans la vitesse de chute (idem pour l'accélération)

$$v_B = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A} : h_A \text{ représente la hauteur de chute notée } h$$

en généralisant : $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

$$v = \sqrt{2 \times 9,81 \times 6} = 10,849 = 11 \text{ m/s} = 11 \times 3,6 = 39 \text{ km/h}$$

Ex 2 : calculer la hauteur de chute équivalente à un choc à 90 km/h.

pour jeudi : sur feuille ex 9 p140 + ex 10 p 140

correction ex 9 p140

Un skieur de poids $P = 800 \text{ N}$ est tiré à vitesse constante par un remonte-pente sur une piste rectiligne parfaitement lisse faisant un angle $\alpha = 12^\circ$ avec l'horizontale. La perche du remonte-pente fait un angle $\beta = 30^\circ$ avec la direction de la piste.

Les forces extérieures appliquées au skieur sont :

- son poids P
- la force de réaction R exercée par la piste
- la force de traction T exercée par la perche du remonte-pente.

9.1. Dire pourquoi la réaction R est perpendiculaire à la direction de la piste.

9.2. Représenter sur un schéma les forces appliquées au skieur.

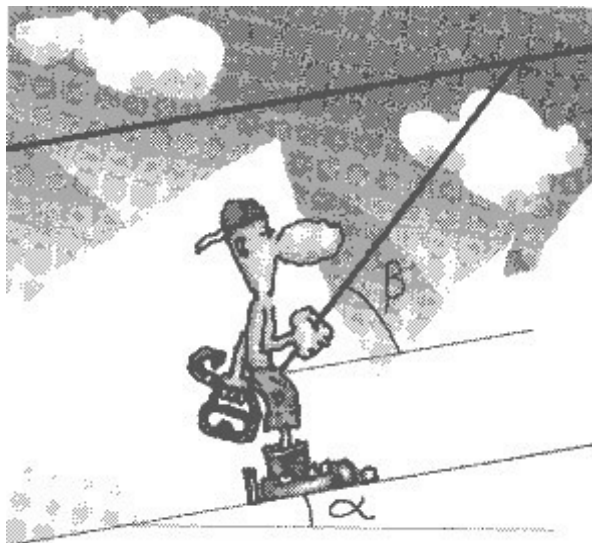
9.3. Calculer le travail de R et de P pour un déplacement AB de 200 m.

9.4. Donner la relation qui lie les forces appliquées au skieur au cours du mouvement.

9.5. En déduire la valeur de l'expression :

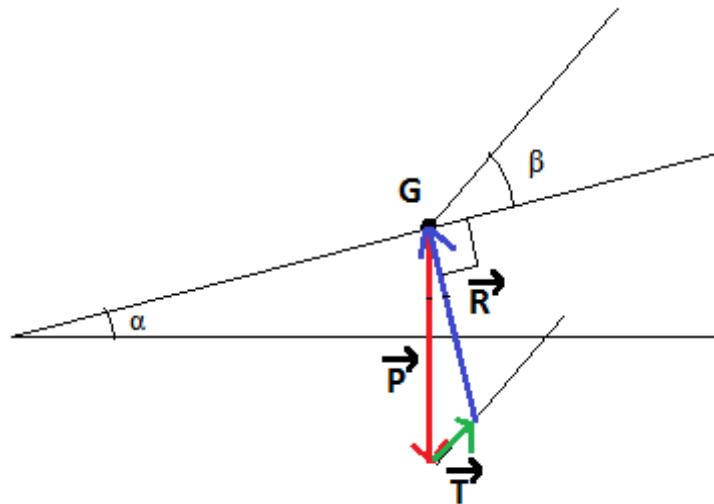
$$W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{T})$$

9.6. Donner l'expression de $W_{AB}(\vec{T})$ et en déduire la valeur de T .



9.1. la piste étant parfaitement lisse, il n'y a pas de frottements

9.2. schéma



$$9.3. \quad W_{AB}(\vec{R}) = R \cdot AB \cdot \cos(90) = 0$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = P \cdot AB \cdot \cos(\alpha + 90) = 800 \times 200 \times \cos(102) = -33265,87053 = -33266 \text{ J}$$

$$9.4. \quad \vec{v} = \text{cte} \Leftrightarrow \Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \quad (\text{1ère loi de Newton})$$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$$

$$9.5. \text{ th. De l'Ec : } \Sigma W(\vec{F}_{\text{ext}}) = \Delta E_c = 0$$

$$\Sigma W_{AB}(\vec{F}_{\text{ext}}) = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{T}) = 0 \quad \text{avec} \quad W_{AB}(\vec{R}) = 0$$

$$9.6. \quad W_{AB}(\vec{P}) = -W_{AB}(\vec{T}) = -T \cdot AB \cdot \cos(\beta)$$

$$T = \frac{-W_{AB}(\vec{P})}{AB \cdot \cos(\beta)} = \frac{33266}{200 \times \cos(30)} = 192,06 = 192 \text{ N}$$

correction ex 10 p 140

Un camion de dépannage remorque une voiture de masse 1 200 kg sur une route rectiligne. La force F de traction exercée par le camion sur la voiture est constante et égale à 600 N. L'ensemble est en mouvement rectiligne uniforme à la vitesse v de 14,4 km/h.

10.1. Calculer le travail effectué par la force F sur un déplacement de 400 m.

10.2. Déterminer la durée du déplacement.

10.1. En déduire la puissance développée par F.

10.1. Montrer que cette puissance est égale au produit F.v.

10.5. Faire l'inventaire des forces extérieures exercées sur la voiture.

$$10.1. \quad W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos(0) = 600 \times 400 \times \cos(0) = 240 \text{ kJ}$$

$$10.2. \quad v = d / t$$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{400}{14,4/3,6} = 100 \text{ s}$$

$$10.3. P = E / t = W / t = 240 / 100 = 2,4 \text{ kW}$$

$$10.4. P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot AB \cdot \cos(0)}{t} = F \cdot \frac{AB}{t} = F \cdot v$$

10.5. P : poids de la voiture

R : réaction sol/voiture

F : force de traction camion/voiture

f : force de frottements/voiture

$$10.6. k = F / P = F / (m \cdot g) = 600 / (1200 \times 10) = 0,05$$

7. Puissance mécanique

Rappel : la puissance P représente la capacité à mobiliser une énergie E sur un temps t .

$$P = E / t, \text{ avec } E = W$$

d'où $P = W / t$

- P = puissance en W
- W = Eméca en J
- t = temps en s

ex : calculer la puissance mécanique d'un corps de masse $m = 10 \text{ kg}$ qui chute d'une hauteur de 6 m .

$v = 11 \text{ m/s}$: ceci est une vitesse instantanée et non une vitesse moyenne

- calculer le temps de chute
 $m.g.h = \frac{1}{2}.m.v^2$ (cf exercice chute d'un corps)
 $g.h = \frac{1}{2}.v^2$, avec $a = v / t$
 $g.h = \frac{1}{2} (a.t)^2$, avec $a = g$ (intensité de pesanteur = accélération terrestre)
 $h = \frac{1}{2} g.t^2$
 $t = \sqrt{(2.h / g)} = \sqrt{(2 \times 6 / 9,81)} = 1,2 \text{ s}$
- calculer l'E de chute
 $E_c = \frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 11^2 = 605 \text{ J}$ (arrondi vitesse)
 $E_p = m.g.h = 10 \times 9,81 \times 6 = 589 \text{ J}$
- en déduire la puissance mécanique
 $P = W / t = E_c / t = E_p / t = 589 / 1,2 = 327 \text{ W}$

8. extraits de sujets de bac

Ex 27p146

Étude du fonctionnement et de l'utilisation d'un tapis roulant

Le local de stockage d'une entreprise dispose du tapis roulant schématisé ci-contre.

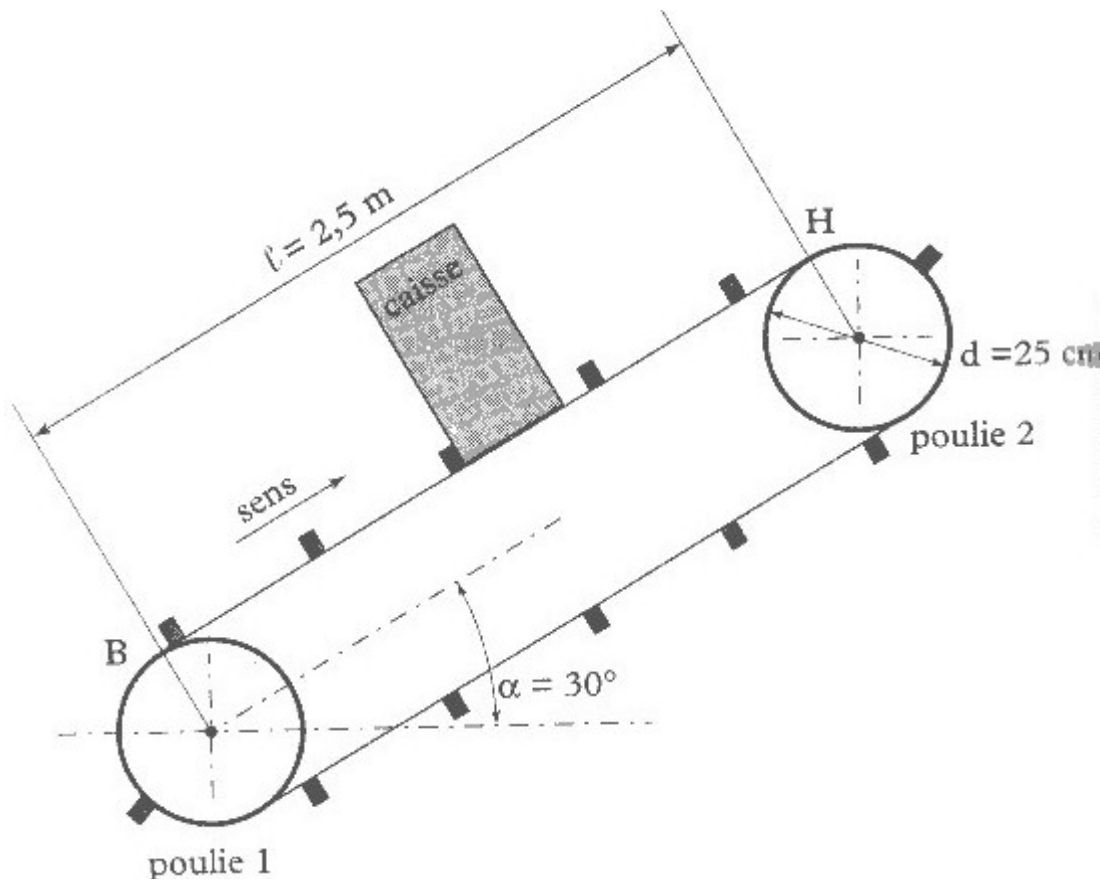
27.1. Les poulies du tapis roulant tournent à raison de 50 tours par minute.

- Exprimer en rad/s la vitesse angulaire de ces poulies.
- Déterminer la vitesse linéaire de déplacement du tapis roulant.

27.2. Le tapis roulant sert à transporter des caisses de boîtes de conserves de masse unitaire 25 kg .

- Calculer le travail W du poids d'une caisse sur le trajet BH.
- Déterminer le temps t nécessaire pour transporter une caisse de B en H.
- Calculer la puissance mécanique théorique P_m correspondant à la montée de la caisse.
- En fait, à cause des frottements importants, le moteur doit fournir une puissance réelle P_r deux fois supérieure à P_m .

Calculer P_r .



27.1.a. $f = 50 \text{ tr/min}$

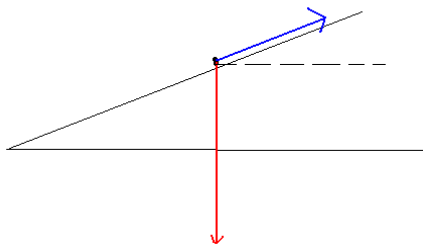
$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \times 50 / 60 = 5,2359 = 5,2 \text{ rad/s}$$

27.1.b. $v = R \cdot \omega = 12,5 \cdot 10^{-2} \times 5,2 = 0,65 \text{ m/s}$

remarque : R est en m, il faut convertir des cm en m

27.2.a. 2 solutions :

$$\begin{aligned} W_{BH}(\vec{P}) &= P \cdot BH \cdot \cos(\alpha + 90) = m \cdot g \cdot BH \cdot \cos(\alpha + 90) \\ &= 25 \times 10 \times 2,5 \times \cos(30 + 90) = -312,5 \text{ J} < 0, W \text{ résistant} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} W_{BH}(\vec{P}) &= P \cdot \Delta h \text{ avec } \Delta h = (0 - h_f) = (0 - l \cdot \sin \alpha) \\ &= -25 \times 10 \times 2,5 \times \sin(30) = -312,5 \text{ J} \end{aligned}$$

27.2.b. $v = d / t = l / t$

$$t = l / v = 2,5 / 0,65 = 3,846 = 3,8 \text{ s}$$

27.2.c. $P = W / t = -W_{BH}(\vec{P}) / t = 312,5 / 3,8 = 82,236 = 82,2 \text{ W}$

$$27.2.d \quad \eta = P_r / P_e = 2.P_m / P_e$$

$$80 \% = 2 \times 82,2 / P_e$$

$$P_e = 2 \times 82,2 / 0,8 = 205,59 = 205,6 \text{ W}$$

ex31p149

Étude énergétique d'un barrage hydroélectrique

Le document de la page suivante décrit la constitution et le fonctionnement d'une centrale hydro-électrique.

On considère une masse d'eau $m = 1,0$ tonne.

31.1. Calculer l'énergie potentielle E_{p1} , de cette masse d'eau au repos à l'altitude $h_1 = 200$ m.

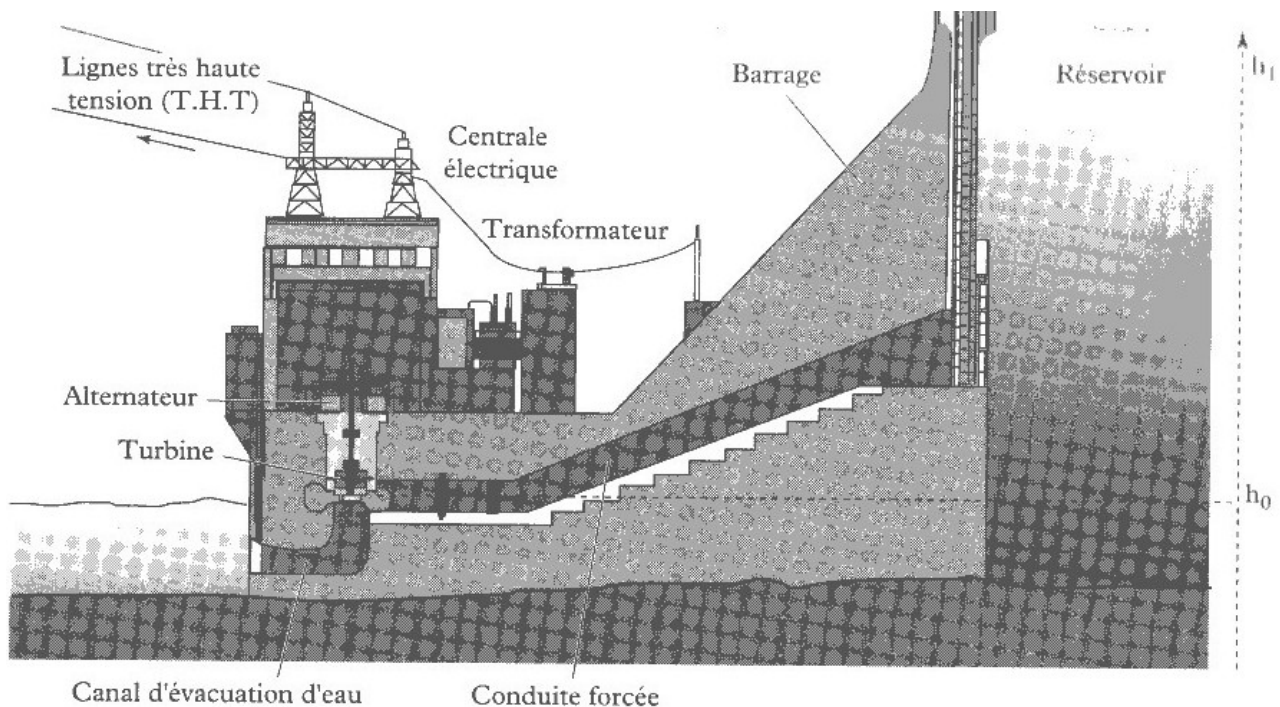
On prendra $E_{p0} = 0$ J à $h_0 = 0$ m et $g = 10$ N/kg

31.2. Donner, en justifiant la réponse, la valeur de E_{c1} , énergie cinétique de cette masse d'eau à l'altitude h_1 .

En déduire son énergie mécanique E_{m1} .

31.3. En appliquant le théorème de conservation de l'énergie mécanique entre les altitudes h_1 et h_0 , montrer que la valeur de l'énergie cinétique, pour la masse m d'eau, au niveau de la turbine est : $E_{c0} = 2,0 \cdot 10^6$ J.

31.4. En déduire la vitesse v_0 de l'eau dans la turbine.



$$31.1 \quad E_{p1} = m.g.h_1 = 1000 \times 10 \times 200 = 2 \text{ MJ}$$

$$31.2 \quad \text{à } h_1 \text{ la vitesse initiale est nulle donc } E_{c1} = \frac{1}{2}.m.v^2 = 0$$

$$E_{m1} = E_{c1} + E_{p1} = \text{cte}$$

$$E_{m1} = E_{p1} = 2 \text{ MJ}$$

$$31.3 \quad E_{m0} = E_{c0} + E_{p0} = \text{cte} = E_{m1}$$

$$E_{p0} = m.g.h_0 = 0 \text{ car } h_0 = 0$$

$$E_{m0} = E_{c0} = E_{m1} = 2 \text{ MJ}$$

$$31.4 \quad E_{c0} = \frac{1}{2}.m.v_0^2$$

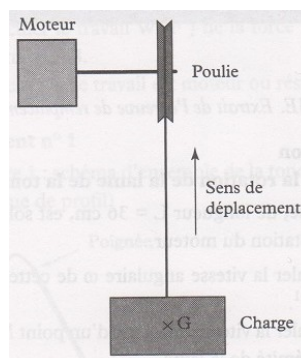
$$v_0 = \sqrt{(2.E_{c0} / m)} = \sqrt{(2 \times 2.10^6 / 10^3)} = 63,245 = 63,2 \text{ m/s}$$

Lundi 11 mars : contrôle sur ce chapitre
--

1. Étude du fonctionnement d'un moteur

D'après le sujet de bac techno STAE – France métropolitaine, session 1995

Un moteur entraîne une poulie de 10 cm de diamètre. Le dispositif permet de soulever une charge de masse 1,2 kg, comme l'indique le schéma ci-dessous :



2 pts
1 pt

- 1.1. Donner les caractéristiques du poids P de la charge.
Représenter schématiquement P en précisant l'échelle choisie.
On donne $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

1 pt
1 pt

- 1.2. Déterminer le travail effectué par le poids P au cours d'un déplacement vertical de 3 m.

Dire en justifiant la réponse si ce travail est moteur ou résistant.

- 1.3. Le déplacement de la charge s'effectue en 20 secondes. On considère que pendant tout ce déplacement, le travail du poids est totalement compensé par le travail du moteur.

1 pt
1 pt
1 pt
1 pt
1 pt

Calculer la vitesse moyenne de la charge au cours de son déplacement.

En déduire son énergie cinétique de translation.

- 1.4. Calculer la puissance développée par le moteur au cours de cette opération.

- 1.5. Calculer la vitesse de rotation du moteur en tours par seconde.

En déduire la valeur de la vitesse angulaire.

2. Étude d'une tondeuse électrique

Baccalauréat technologique STAE Extrait de l'épreuve de juin 2006

Un paysagiste possède une tondeuse à gazon électrique à coussin d'air. La turbine d'aspiration et la lame, en tournant, brassent de l'air. La machine se soulève de sorte que l'ensemble se comporte comme un mobile autoporteur.

Le paysagiste utilise cette tondeuse pour effectuer de petits travaux, dans des endroits d'accès difficile, proches des habitations.

Le schéma de la tondeuse est représenté sur le document n° 1 (figures 1 et 2).

Les indications portées sur la fiche technique du moteur de la tondeuse sont fournies sur le document n° 2.

- 2.1. Étude de la rotation de la lame de la tondeuse

La lame, de longueur $L = 36 \text{ cm}$, est solidaire de l'axe de rotation du moteur.

1 pt
1 pt

- 2.1.1. Calculer la vitesse angulaire ω de cette lame en rad.s^{-1} .

- 2.1.2. Calculer la vitesse linéaire v d'un point M situé à l'extrémité de la lame.

- 2.2. Étude du mouvement de translation de la tondeuse

Le paysagiste pousse sa tondeuse à vitesse cons-tante sur un terrain en pente de longueur $AB = 50 \text{ m}$. Cette situation est schématisée sur le document n° 3.

Lors du trajet de A vers B, la tondeuse est soumise à 3 forces :

- P : le poids de la tondeuse ;
- R : la réaction normale du sol ;
- F : la poussée exercée par le paysagiste sur la tondeuse (parallèle à la pente).

Remarque : les forces de frottement sont considérées comme négligeables.

1 pt

- 2.2.1. Écrire, en justifiant la réponse, la relation vectorielle existant entre ces 3 vecteurs force.

- 2.2.2. Les vecteurs P et R sont représentés sur le document n° 3.

Sur cette représentation, 1 cm correspond à 10 N.

Représenter, à l'aide d'une construction graphique, le vecteur force F .

Prendre G comme point d'application de cette force.

1 pt

- 2.2.3. Déterminer graphiquement l'intensité F de la force F .

- 2.2.4. Calculer le travail $W(\vec{F})$ de la force F le long du trajet AB .

Préciser si ce travail est moteur ou résistant.

1 pt
1 pt
1 pt

Document n° 1

Figure 1 : schéma d'ensemble de la tondeuse électrique (vue de profil)

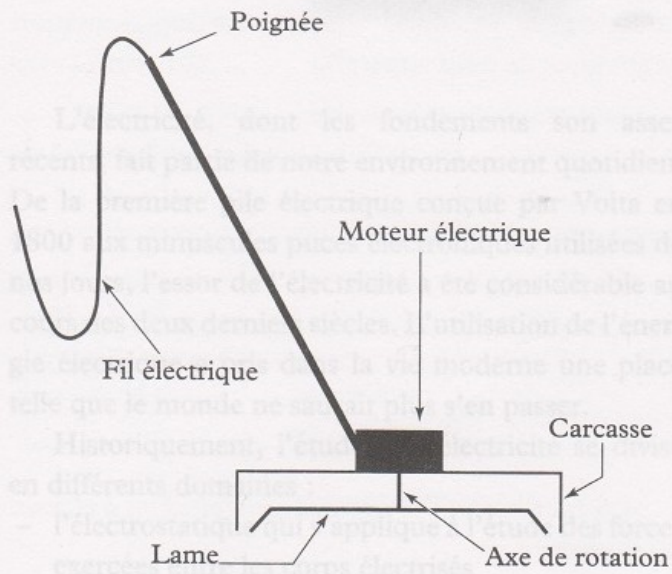
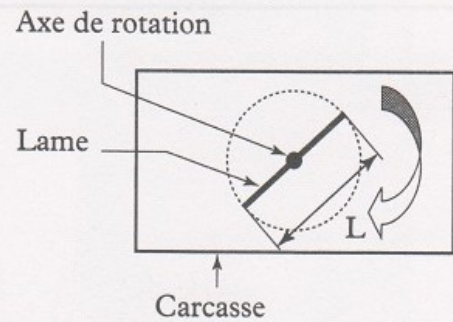


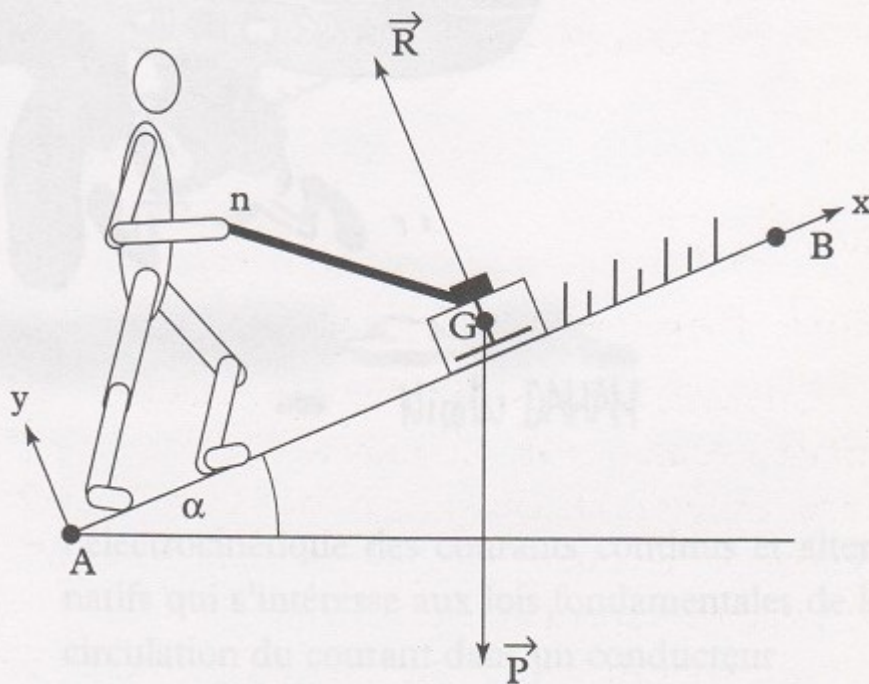
Figure 2 : tondeuse vue de dessous



Document n° 2

$$\begin{aligned} N &= 1500 \text{ tours.min}^{-1} \\ \cos \varphi &= 0,8 \\ \text{Puissance mécanique produite} &= 1600 \text{ W} \end{aligned}$$

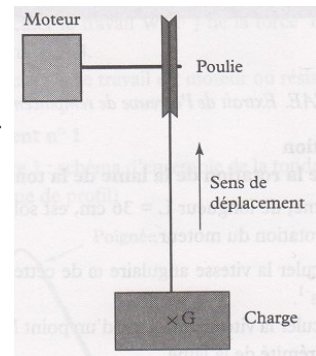
Document n° 3



1. Étude du fonctionnement d'un moteur

D'après le sujet de bac techno STAE – France métropolitaine, session 1995

Un moteur entraîne une poulie de 10 cm de diamètre. Le dispositif permet de soulever une charge de masse 1,2 kg, comme l'indique le schéma ci-dessous :



1.1. Donner les caractéristiques du poids P de la charge.

- Point d'application : centre de gravité
- direction : verticale
- sens : vers le bas
- valeur : $P = m.g$

Représenter schématiquement P en précisant l'échelle choisie.

On donne $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

$$P = m.g = 1,2 \times 10 = 12 \text{ N}$$

si $2 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ N}$, alors longueur $P = 6 \text{ cm}$

1.2. Déterminer le travail effectué par le poids P au cours d'un déplacement vertical de 3 m.

$$W(\vec{P}) = m.g.(h_A - h_B) = 1,2 \times 10 \times (0 - 3) = -36 \text{ J}$$

Dire en justifiant la réponse si ce travail est moteur ou résistant.

$W < 0$ donc travail résistant

1.3. Le déplacement de la charge s'effectue en 20 secondes. On considère que pendant tout ce déplacement, le travail du poids est totalement compensé par le travail du moteur.

Calculer la vitesse moyenne de la charge au cours de son déplacement.

$$v = d / t = 3 / 20 = 0,15 \text{ m/s}$$

En déduire son énergie cinétique de translation.

$$E_c = \frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 0,15^2 = 13,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

1.4. Calculer la puissance développée par le moteur au cours de cette opération.

$$P = W / t = 36 / 20 = 1,8 \text{ W}$$

1.5. Calculer la vitesse de rotation du moteur en tours par seconde.

$$\text{tour} = \frac{AB}{2\pi.R} = \frac{3}{2\pi \times 0,05} = 10$$

$$f = \text{tour} / t = 10 / 20 = 0,5 \text{ Hz}$$

En déduire la valeur de la vitesse angulaire.

$$\omega = 2\pi.f = 2\pi \times 0,5 = \pi \text{ rad/s}$$

Remarque : $v = R.\omega$

$$\omega = v / R = 0,15 / (5 \cdot 10^{-2}) = 3 \text{ rad/s, soit environ } \pi \text{ rad} = \frac{1}{2} \text{ tour (cf ci-dessus)}$$

2. Étude d'une tondeuse électrique

Baccalauréat technologique STAE Extrait de l'épreuve de juin 2006

Un paysagiste possède une tondeuse à gazon électrique à coussin d'air. La turbine d'aspiration et la lame, en tournant, brassent de l'air. La machine se soulève de sorte que l'ensemble se comporte comme un mobile autoporteur.

Le paysagiste utilise cette tondeuse pour effectuer de petits travaux, dans des endroits d'accès difficile, proches des habitations.

Le schéma de la tondeuse est représenté sur le document n° 1 (figures 1 et 2).

Les indications portées sur la fiche technique du moteur de la tondeuse sont fournies sur le document n° 2.

2.1. Étude de la rotation de la lame de la tondeuse

La lame, de longueur $L = 36 \text{ cm}$, est solidaire de l'axe de rotation du moteur.

2.1.1. Calculer la vitesse angulaire ω de cette lame en rad.s^{-1} .

$$\omega = 2\pi.f = 2\pi \times 1500 / 60 = 157 \text{ rad/s}$$

2.1.2. Calculer la vitesse linéaire v d'un point M situé à l'extrémité de la lame.

$$v = R.\omega = \frac{1}{2} L.\omega = \frac{1}{2} 36.10^{-2} \times 157 = 28,3 \text{ m/s}$$

2.2. Étude du mouvement de translation de la tondeuse

Le paysagiste pousse sa tondeuse à vitesse constante sur un terrain en pente de longueur $AB = 50 \text{ m}$. Cette situation est schématisée sur le document n° 3.

Lors du trajet de A vers B, la tondeuse est soumise à 3 forces :

- P : le poids de la tondeuse ;
- R : la réaction normale du sol ;
- F : la poussée exercée par le paysagiste sur la tondeuse (parallèle à la pente).

Remarque : les forces de frottement sont considérées comme négligeables.

2.2.1. Ecrire, en justifiant la réponse, la relation vectorielle existant entre ces 3 vecteurs force.

$$\vec{v} = c\vec{te} \Leftrightarrow \sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0} \quad (1^{\text{ère}} \text{ loi de Newton})$$

2.2.2. Les vecteurs P et R sont représentés sur le document n° 3.

Sur cette représentation, 1 cm correspond à 10 N.

Représenter, à l'aide d'une construction graphique, le vecteur force F .

Prendre G comme point d'application de cette force.

2.2.3 Déterminer graphiquement l'intensité F de la force F .

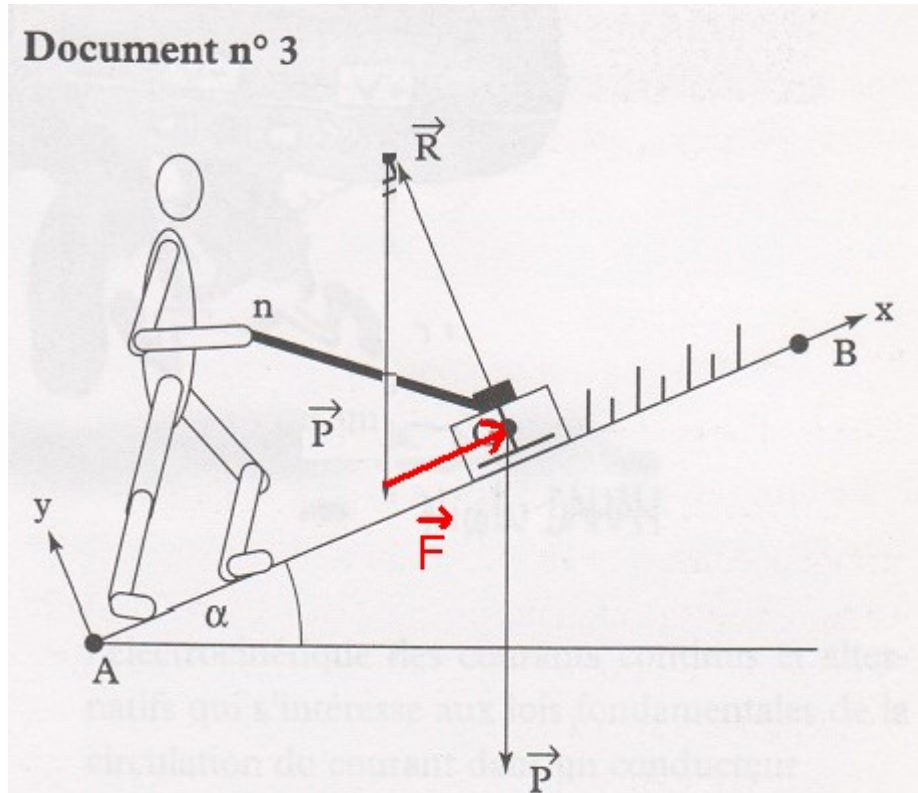
$$F = 1,5 \times 10 = 15 \text{ N}$$

2.2.4. Calculer le travail $W(\vec{F})$ de la force F le long du trajet AB.

$$W_{AB}(\vec{F}) = F.AB.\cos(0) = 15 \times 50 \times 1 = 75 \text{ J}$$

Préciser si ce travail est moteur ou résistant.

$W > 0$ donc travail moteur

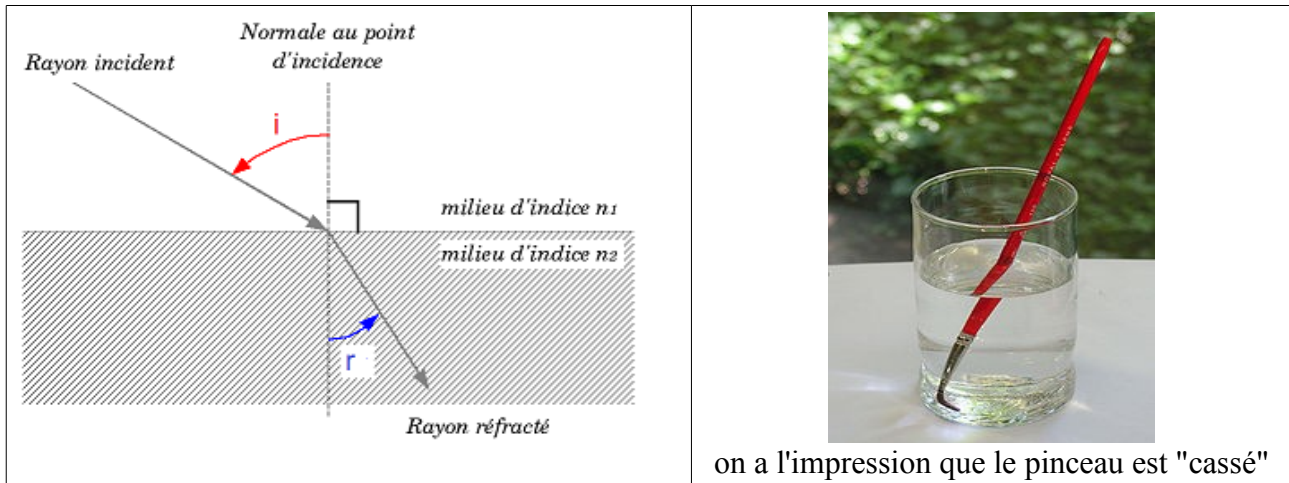


ÉNERGIE RAYONNANTE

1. Rappels

1.1. loi de la réfraction : 2nde loi de Descartes

Un rayon lumineux qui vient frapper une surface vitrée avec un angle incident i , est dévié avec un angle réfracté r .



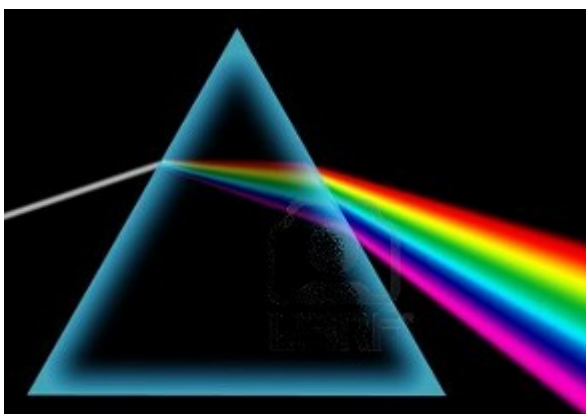
Selon l'indice du milieu, la lumière ne prend pas le trajet le plus court mais le plus rapide.

Descartes a montré expérimentalement que : $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$ (2nde loi de Descartes)

pour en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Snell-Descartes

1.2. spectre électromagnétique

Si le faisceau lumineux vient frapper la surface d'un prisme, la lumière blanche incidente est décomposée en un spectre de couleurs (expérience de Newton).



Ce spectre représente l'ensemble des composantes (radiations) monochromatiques de la lumière visible.

1.3. Mesure historique

La première mesure correcte de la vitesse de la lumière a été effectuée en 1676 en étudiant le cycle

des éclipses des satellites de Jupiter.

Les moyens modernes donnent une célérité (vitesse) dans le vide : $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$.

On retiendra $c = 300\,000\text{ km/s}$.

Ex : calculer le temps d'un aller retour d'un signal envoyé à un satellite géostationnaire placé à 35 786 km d'altitude.

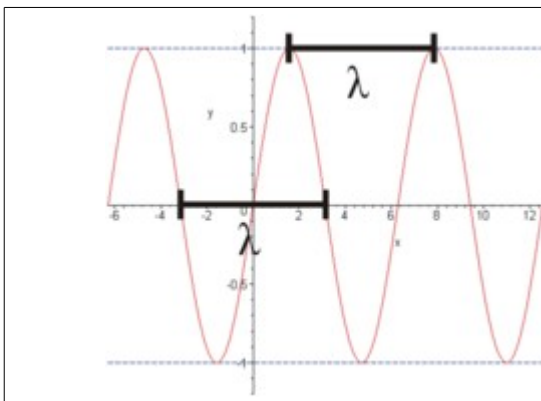
$$v = \frac{d}{t} \Leftrightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{2 \times 35786}{300000} = 0,239\text{ s} = 239\text{ ms}$$

2. Nature de la lumière

2.1. Aspect ondulatoire

Les phénomènes de réfraction et de réflexion s'expliquent très bien si on assimile la lumière à une onde qui se propage (approche de Descartes).

On modélise alors la lumière (onde électromagnétique) par une onde de forme sinusoïdale.



On appelle **longueur d'onde** (la longueur de l'onde) la **distance** d'une période T du signal sinusoïdale.

On la note **lambda** λ

On appelle la vitesse de l'onde (déplacement du signal) **célérité**

On la note **c**

dans le vide $c = 300\,000\text{ km/s}$

On sait que $v = d / t$

donc $c = \lambda / T$

- c en m/s
- λ en m, longueur de l'onde
- T en s, période de la longueur d'onde

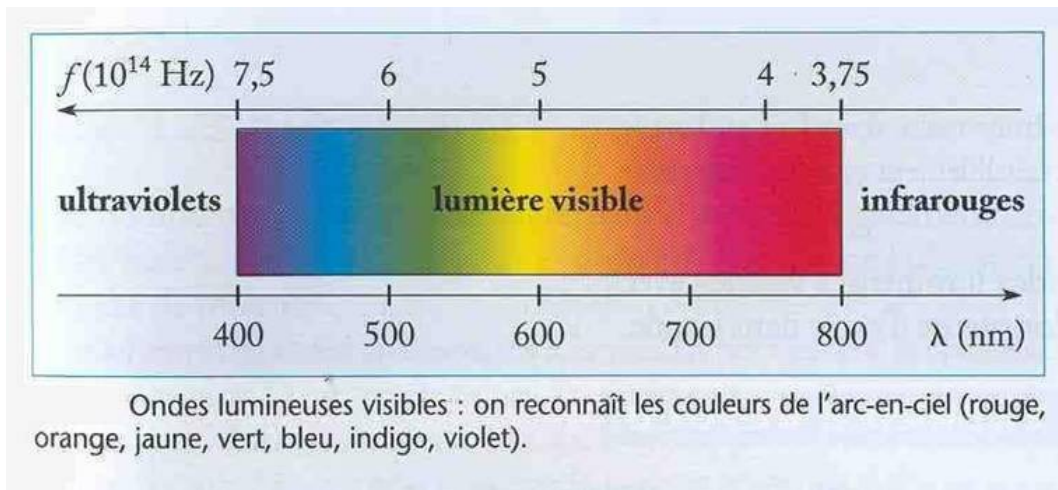
On sait aussi que $f = 1 / T$, on note la fréquence de l'onde ν

d'où $c = \lambda \cdot \nu$

- c en m/s
- λ en m
- ν en Hz

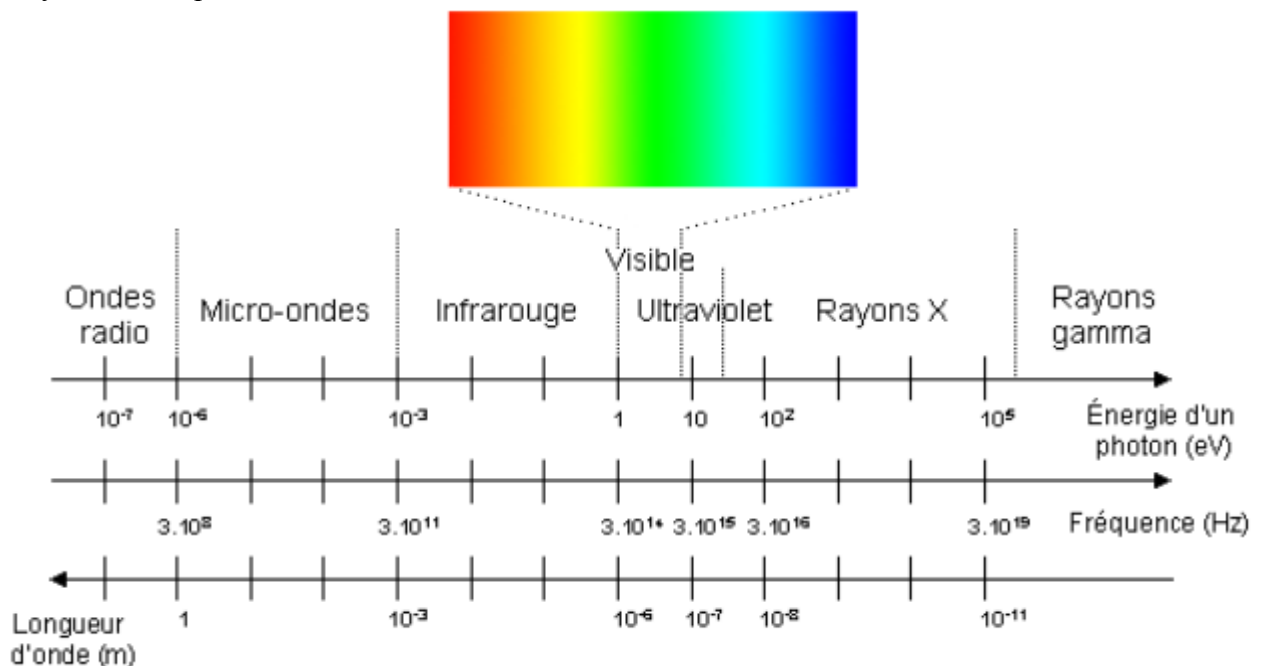
À chaque **longueur d'onde** est associée une **radiation monochromatique** (couleur dans le domaine du visible).

Ex : $\lambda = 800\text{ nm}$ pour la lumière rouge



Mais le spectre s'étend bien au delà de la perception humaine : c'est le spectre électromagnétique avec différents **domaines**

- ondes radio
- micro-ondes
- infrarouge (IR)
- visible
- Ultra violet (UV)
- Rayons X
- Rayons gamma
- Rayons cosmiques



2.2. Aspect corpusculaire

Pour expliquer certains phénomènes physiques, on doit cette fois assimiler la lumière comme composée de **grains d'énergie sans masse**, appelés **photons** (approche de Newton).

On montre que l'énergie rayonnante E portée par un photon, est d'autant plus grande que sa fréquence ν est élevée.

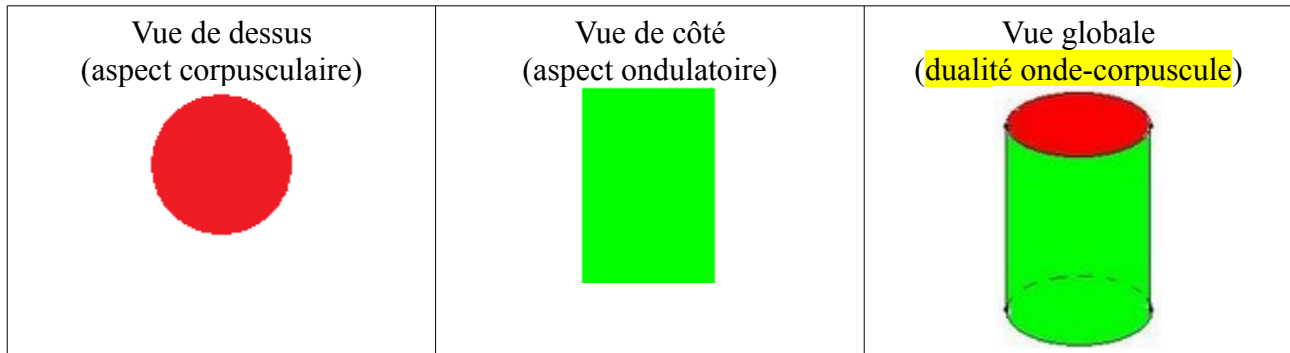
$$E = h \cdot \nu$$

- E en J
- h coefficient de proportionnalité
- ν fréquence en Hz

remarque : h est un coeff constant appelé constante de Planck et $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s

Pour en savoir plus : https://fr.wikipedia.org/wiki/Max_Planck

Remarque : c'est 2 aspects ne sont pas incompatibles, ils décrivent des situations différentes comme le fait de regarder un cylindre sous 2 angles différents.



Ex1 : calculer l'énergie transportée par un photon émis d'une lampe UV ($\lambda = 320$ nm).

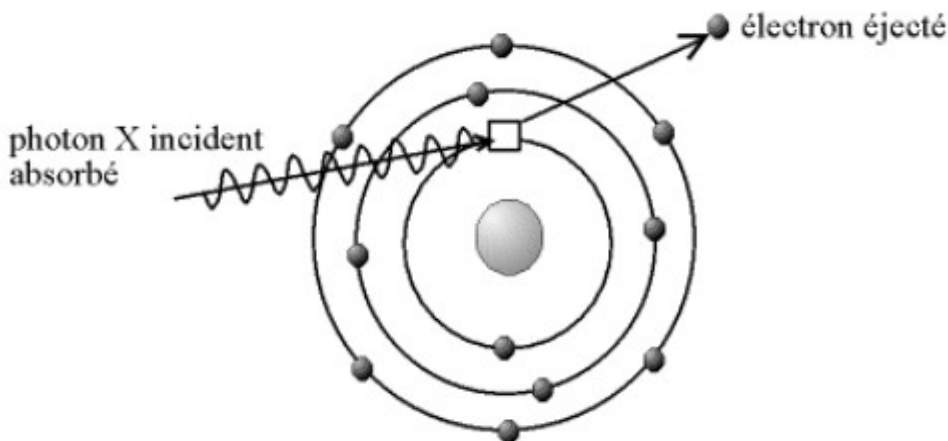
$$E = h \cdot \nu$$

$$\text{or } c = \lambda / T = \lambda \cdot \nu$$

$$\text{donc } E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 300 \cdot 10^6}{320 \cdot 10^{-9}} = 6,02 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Remarque : on utilise parfois l'électron-Volt (eV) pour mesurer l'Énergie acquises par un électron.

Effectivement, l'effet photo électrique s'explique si on suppose qu'un photon cède son énergie à un $\bar{e}$.



$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Pour en savoir plus : <http://www.youtube.com/watch?v=ZgDDGIMMVwg>

Ex2 : calculer l'énergie du photon de l'ex1 en eV.

E (eV)	E (J)
--------	-------

1	$1,60 \cdot 10^{-19}$
E	$6,02 \cdot 10^{-19}$

$$E = 6,02 \cdot 10^{-19} / 1,60 \cdot 10^{-19} = 3,76\underline{\underline{25}} = 3,76 \text{ eV}$$

ÉNERGIE THERMIQUE

1. Chaleur & température

Réalisons l'expérience suivante :



on plonge un thermomètre dans une casserole d'eau qui chauffe sur un feu.
À partir de 100 °C, l'eau s'évapore (au niveau de la mer).

- la température reste cte
- le feu apporte toujours de l'énergie thermique (chaleur)

Ethermique ≠ température

remarque : la chaleur apportée par le feu n'est pas perdue ; elle sert à faire changer d'état l'eau (passage liquide -> gaz).

Rappel : la t° mesure l'agitation thermique des particules.

Il existe 3 échelles courantes pour mesurer la t° :

- le **degré Celsius** : l'eau gèle à 0 °C, l'eau boue à 100 °C
- le **Kelvin** : l'agitation des particules est nulle à 0 K (zéro absolu) = -273,15 °C
- le Fahrenheit : unité anglo-saxonne

$$T (K) = \theta (^\circ C) + 273$$

pour en savoir plus : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Kelvin>

2. Quantité de chaleur

Comment mesurer la quantité de chaleur lors de la 1ère étape qui consiste à élever la t° de l'eau ?

Ethermique et **élévation de température** sont proportionnelles : $E = a \cdot \Delta\theta$, a coef de proportionnalité.

- on note la chaleur par Q (qté d'Ethermique)
- on note la température θ
- on appelle a : **capacité thermique** (ou calorifique) et on le note **C**

$$Q = C \cdot \Delta\theta = C \cdot (\theta_f - \theta_i)$$

- Q : énergie thermique (J)
- C : capacité thermique (J/K ou J/°C)
- θ_f : température finale (K ou °C)
- θ_i : température initiale (K ou °C)

Or, Ethermique est proportionnelle à la masse m de l'eau.

En effet, plus il y a d'eau et plus il faut fournir de chaleur.

La capacité thermique est donc proportionnelle à la masse : $C = c \cdot m$

on appelle **c : chaleur massique**

Physiquement, elle représente la capacité d'un matériau à emmagasiner ou restituer de la chaleur.

Ex pour l'eau : $c = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

Ex pour l'huile : $c = 2000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

d'où : $Q = m.c.\Delta\theta$

$$Q = m.c.(\theta_f - \theta_i)$$

Q : énergie thermique (J)

m : masse (kg)

c : capacité thermique ($\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$)

θ_f : température finale (°C)

θ_i : température initiale (°C)

remarque : Q est une grandeur algébrique comme le travail

si $Q > 0$, alors le système absorbe de l'énergie

si $Q < 0$, alors le système fournit de l'énergie

ex1 : on fournit une énergie de 400 kJ à 20 L d'eau initialement à 10 °C. Calculer la t° finale de l'eau.

On sait que : $Q = m.c.(\theta_f - \theta_i)$

$$400.10^3 = 20 \times 4185 \times (\theta_f - 10)$$

$$\theta_f - 10 = \frac{400.10^3}{20 \times 4185} = 4,7789 = 4,8 \text{ °C}$$

$$\theta_f = 4,8 + 10 = 14,8 \text{ °C}$$

ex2 : calculer l'énergie fournit par 1 t d'eau qui passe d'une température de 60 °C à 20 °C.

$$Q = m.c.(\theta_f - \theta_i) = 1.10^3 \times 4185 \times (20 - 60) = -167400.10^3 \text{ J} = -167400 \text{ kJ} = -167,4 \text{ MJ} !!$$

attention : $Q < 0$ car l'eau donne de la chaleur au milieu

La Calorie

Historiquement la calorie (cal) est utilisée pour mesurer l'E thermique.

1 calorie correspond à la quantité d'énergie pour élever la t° de 1 g d'eau de 1 °C.

$$\text{Il existe donc une relation entre J et cal : } E_{\text{cal}} = \frac{Q}{1000} = \frac{m.c_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta}{1000} = \frac{1 \times 4185 \times 1}{1000} = 4,185 \text{ J}$$

$$1 \text{ cal} = 4,185 \text{ J}$$

Pour en savoir plus :

http://fr.wikipedia.org/wiki/James_Prescott_Joule#L.27.C3.A9quivalent_m.C3.A9canique_de_la_chaleur

3. chaleur Latente

Dans l'expérience en introduction, on a vu que la chaleur apportée à l'eau n'élevait pas sa t° mais lui faisait changer d'état (liquide -> gaz).

Un changement d'état se fait à t° cte.

La qté de chaleur n'est plus proportionnelle à la t° mais uniquement à la masse m .

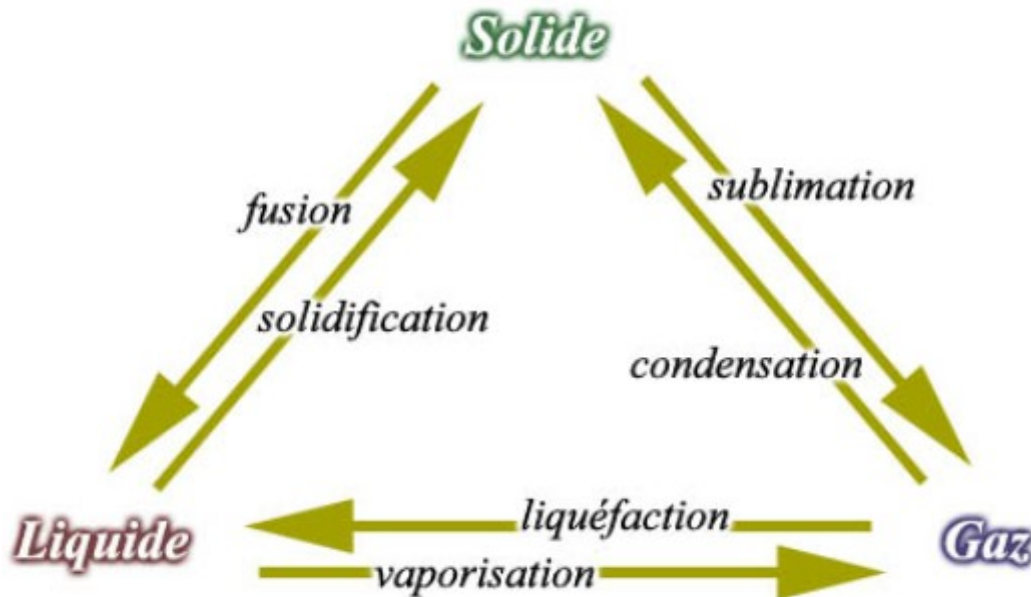
D'où $Q = m.L$

- Q : énergie thermique (J)
- m : masse (kg)
- L : chaleur latente (J/kg)

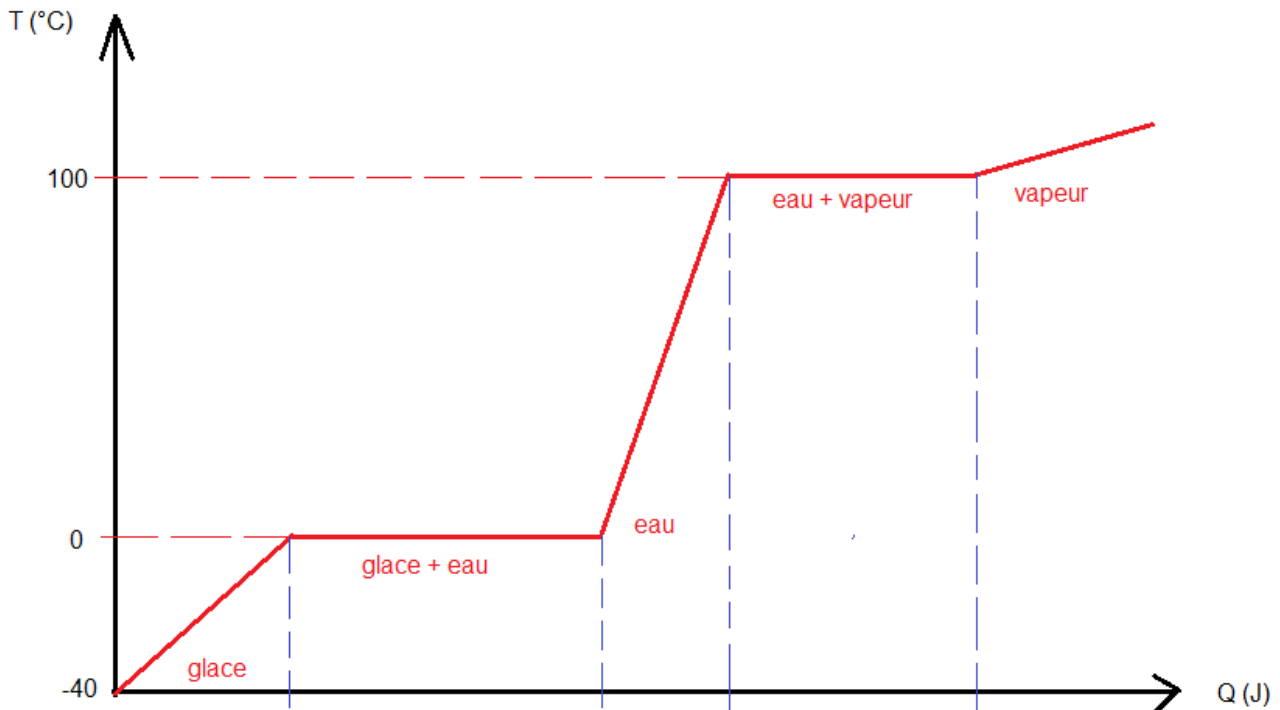
Comme il y a 3 états de la matière, il y a donc $3 \times 2 = 6$ chaleurs latentes.
Cependant, l'énergie nécessaire pour passer de l'état liquide $\rightarrow$ solide = l'E solide $\rightarrow$ liquide.

Remarque : le passage solide $\rightarrow$ liquide se fait si on fournit de l'E (augmentation de l'agitation)
pour le passage liquide $\rightarrow$ solide, c'est l'inverse

ex : chaleur latente de fusion de la glace $L_f = 333 \text{ kJ/}^\circ\text{C}$
chaleur latente de solidification de l'eau $L_s = -L_f = -333 \text{ kJ/}^\circ\text{C}$



Ex : graphe de la t° en fonction de la qté de chaleur pour l'eau.
Les paliers correspondent aux différents changements d'état.



Ex : calculer l'énergie nécessaire pour vaporiser à 200°C 5 L d'eau initialement à 10°C .

3 étapes :

- élévation de t° de 10°C à 100°C (eau)
- changement d'état liquide $\rightarrow$ gaz

- élévation de t° de 100°C à 200°C (vapeur)

$$Q = m \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta + m \cdot L_v + m \cdot c_{\text{vapeur}} \cdot \Delta\theta = m \cdot (c_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta + L_v + c_{\text{vapeur}} \cdot \Delta\theta)$$

$$Q = 5 \times 4185 \times (100 - 10) + 5 \times 2260 \cdot 10^3 + 5 \times 1410 \times (200 - 100) = 13888250 \text{ J} = 13,9 \text{ MJ}$$

4. équilibre thermique



Expérience : on plonge un glaçon dans une boisson à t° ambiante.

La boisson refroidie

Un échange de chaleur s'effectue toujours du corps chaud vers le corps froid.

Si on considère le verre comme un isolant parfait, il n'y a **aucun échange** en dehors du verre.

On dit que le verre est une enceinte **adiabatique**.

Vu de l'extérieure : la boisson a cédé de la chaleur Q_1 , le glaçon a gagné $Q_2 = -Q_1$.

Conclusion : dans une enceinte adiabatique, à l'équilibre thermique $\Sigma Q_i = 0$

Remarque : le transfert de chaleur entre 2 corps peut se faire par

- **conduction** : cas des métaux qui sont d'excellents conducteurs
- **convection** : cas des fluides ou des gaz
- **rayonnement** : le soleil, une lampe, ...

Ex : on dispose d'une baignoire contenant un volume $V_1 = 200 \text{ L}$ d'eau à 18°C dans laquelle on rajoute un volume $V_2 = 40 \text{ L}$ d'eau à 60°C . Calculer la t° finale de l'eau.

On considère la baignoire comme un système adiabatique : $\Sigma Q_i = 0$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_1) + m_2 \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$m_1 \cdot (\theta_f - \theta_1) + m_2 \cdot (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$(m_1 + m_2) \cdot \theta_f - m_1 \cdot \theta_1 - m_2 \cdot \theta_2 = 0$$

$$(m_1 + m_2) \cdot \theta_f = m_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot \theta_2$$

$$(200 + 40) \cdot \theta_f = 200 \times 18 + 40 \times 60$$

$$\theta_f = 8400 / 240 = 35^\circ\text{C}$$

Ce TP a pour objet de déterminer la capacité calorifique du calorimètre utilisé et de déterminer la chaleur massique d'un métal.

1. Capacité calorifique d'un calorimètre¹

1.1. Objectif de la manipulation

Détermination de la capacité calorifique (capacité thermique) d'un calorimètre.

1.2. Matériel

- Calorimètre du type d'Arsonval-Dewar
- Thermomètre à mercure
- Burette graduée et bêcher
- Bec Bensen

1.3. Protocole opératoire

1. Verser dans le calorimètre un volume V_1 d'eau froide à l'éprouvette graduée.

$$V_1 = \quad \quad \quad m_1 =$$

2. Agiter et relever la température d'équilibre θ_1 entre le calorimètre et l'eau froide.

$$\theta_1 =$$

3. Faire chauffer un volume V_2 d'eau (mesurée à l'éprouvette graduée) à la température θ_2 .

① Couper le bec Bensen et attendre que la température se stabilise (inertie du thermomètre).

$$V_2 = \quad \quad \quad m_2 = \quad \quad \quad \theta_2 =$$

et l'introduire aussitôt dans le calorimètre. Agiter légèrement et attendre que la nouvelle température du mélange eau froide-eau θ_3 se stabilise et la relever.

$$\theta_3 =$$

1.4. Exploitation des valeurs expérimentales.

- L'eau chaude cède la quantité de chaleur : $Q_2 = \dots$
 - L'eau froide et le calorimètre reçoivent la quantité de chaleur : $Q_1 = \dots$
1. Exprimer le principe thermique (c'est à dire la relation entre Q_1 et Q_2).
 2. Exprimer μ_{cal} en fonction des autres paramètres.
 3. D'après vos mesures déterminer μ_{cal} (donnée : $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$).

¹ C'est une enceinte pseudo-adiabatique, donc non parfaite. Il faut tenir compte dans le bilan thermique de la capacité calorifique du calorimètre, notée μ_{cal} .

2. Chaleur massique d'un métal

2.1. Objectif de la manipulation

Déterminer la chaleur massique (capacité thermique massique) du cuivre.

2.2. Matériel

- Idem TP précédent
- Plaque de cuivre
- Balance de précision
- Pince

2.3. Protocole opératoire

1. Après avoir vidé et rincé le calorimètre à l'eau froide, verser un volume $V_1 = 150$ mL d'eau froide dans le calorimètre. Agiter et relever la température d'équilibre θ_1 .

$$m_1 = \quad \quad \quad \theta_1 =$$

2. Peser la plaque de cuivre à la balance de précision.

$$m_2 =$$

3. On place un morceau de cuivre dans un bêcher rempli d'eau que l'on chauffe jusqu'à la température $\theta_2 \approx 90$ °C.
Ⓢ Laisser la pince qui sert à manipuler le cuivre dans le bêcher (équilibre thermique).

$$\theta_2 =$$

4. Sans perdre de temps, introduire la plaque dans le calorimètre. Agiter légèrement et relever la température d'équilibre θ_3 .

$$\theta_3 =$$

2.4. Exploitation des valeurs expérimentales.

- Le cuivre cède la quantité de chaleur : $Q_2 = \dots$
- L'eau froide et le calorimètre reçoivent la quantité de chaleur : $Q_1 = \dots$

1. Exprimer le principe thermique (c'est à dire la relation entre Q_1 et Q_2).
2. Exprimer la chaleur massique du cuivre c_{cuivre} en fonction des autres paramètres.

3. De cette expression et d'après vos mesures en déduire la valeur c_{cuivre} en $\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ et en $\text{J.mol}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.
(valeur théorique : $c_{\text{cuivre}} = 24,4 \text{ J.mol}^{-1}.\text{°C}^{-1}$)

3 pts **1. Détermination d'une capacité calorifique**

Un vase en aluminium, de masse 100 g, contient 200 mL d'eau.
Calculer la capacité calorifique du système.

On donne : $c_{Al} = 24,4 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$; $M(Al) = 27 \text{ g/mol}$; $c_{eau} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$

2. Élévation de température

Un calorimètre, de capacité calorifique $\mu = 110 \text{ J.K}^{-1}$, contient 200 g d'eau. On fournit à ce système une quantité de chaleur de 20,7 kJ.

3 pts 2.1. Calculer l'élévation de température $\Delta\theta$ du système.

On remplace le calorimètre par un vase en laiton de 100 g.

3 pts 2.2. Calculer l'élévation de température $\Delta\theta'$ du système.

On donne : $c_{laiton} = 0,37 \text{ kJ.kg}^{-1}.K^{-1}$; $c_{eau} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$

3 pts **3. Équilibre thermique**

Calculer les masses d'eau m_1 et m_2 , prises initialement à 20 °C et 80 °C, pour obtenir 100 L d'eau à 60 °C.

4. Solidification de l'eau

On introduit 100 mL d'eau à 18 °C dans un congélateur dont la température est maintenue à -12 °C. Au bout d'un certain temps, l'eau est transformée en glace.

1 pt 4.1. Indiquer la température finale de la glace.

3 pts 4.2. Calculer la quantité de chaleur que doit fournir le congélateur pour cette transformation.

On donne : $c_{glace} = 2100 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$; $c_{eau} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$; $L_{Seau} = -335 \text{ J.g}^{-1}$

5. Mesure d'une chaleur massique

Un bloc de cuivre de 100 g à 115 °C, plongé dans une 500 mL d'eau à 20,1 °C, a porté la température de cette eau à 21,8 °C.

2 pts 5.1. Calculer la chaleur massique du cuivre.

2 pts 5.2. Donner cette chaleur massique en $\text{J.mol}^{-1}.K^{-1}$.

On donne : $c_{eau} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$; $M(Cu) = 63,5 \text{ g/mol}$

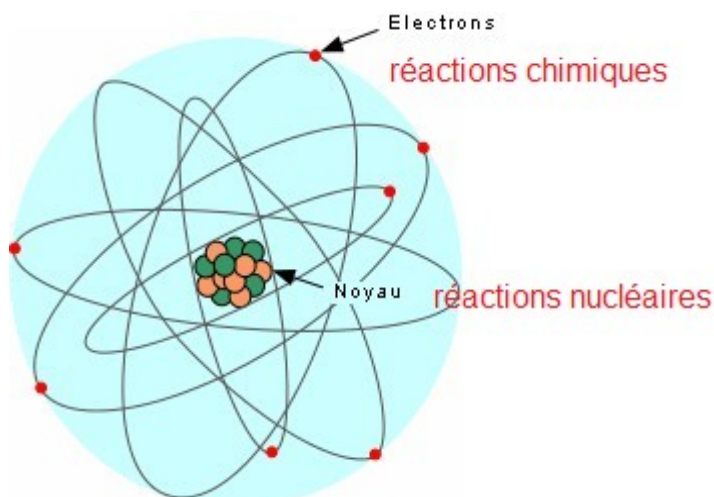
ÉNERGIE NUCLÉAIRE

1. La radioactivité

1.1. Introduction

La radioactivité fut découverte accidentellement en 1896 par Henri Becquerel.

C'est un phénomène naturel au cours duquel les **noyaux atomiques instables** (**radio-isotopes**) de la matière se désintègrent en dégageant de l'énergie sous forme de rayonnements α , β ou γ .



en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/Henri_Becquerel

1.2. radioactivité α

Lors de la désintégration du noyau père, il y a expulsion de 2 n et 2 p.

Dans le tableau périodique cela correspondrait à l'atome He privé de ses 2 e^- .

La **radioactivité α** correspond donc à l'émission d'ions **He $^{2+}$** .

Ex1 : le radium est une source de radioactivité α . Déterminer le nouvel élément obtenu.

Dans le tableau périodique : radium $\rightarrow {}^{226}_{88}\text{Ra}$

équation de désintégration : ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^4_2\text{He}$

- il y a conservation du nombre de masse (n+p) : $226 = A + 4$
- et conservation de la charge (on ne tient pas compte des e^-) : $88 = Z + 2$

d'où : $A = 226 - 4 = 222$

et $Z = 88 - 2 = 86$

Dans le tableau ${}^{222}_{86}\text{X}$ correspond au Radon : Rn

voir : <http://guy.chaumeton.pagesperso-orange.fr/images07/class1000.jpg>

finalement : $\text{Ra} \rightarrow \text{Rn} + \text{He}$

1.3. radioactivité β

Lors de la désintégration du noyau père, il y a expulsion d'un $\bar{e}$ (β^-).

Remarque : la radioactivité β^+ correspond à l'émission de l'anti particule de l' $\bar{e}$ (même caractéristiques mais de charge +).

On note donc l' $\bar{e}$: ${}_{-1}^0e$ ($n = p = 0$ et $Z = -1$ car $\bar{e}$ est chargé négativement)

ex : le Carbone 14 (isotope du C) est une source de radioactivité β^- . Déterminer le nouvel élément obtenu.

équation de désintégration : ${}^{14}_6C \rightarrow {}^A_ZX + {}_{-1}^0e$

d'où : ${}^A_ZX = {}^{14+0}_{6+1}X = {}^{14}_7N$ élément azote

Rappel : des isotopes sont des éléments chimiques qui possèdent un nombre de charge (Z) identique mais des nombres de masse (A) différents.

En savoir plus : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Isotope>

1.4. radioactivité γ

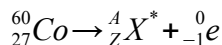
La radioactivité γ correspond à l'émission d'un photon lors d'une désintégration.

L'énergie du photon émis, lors de la désexcitation du noyau fils étant égale à $E = h \cdot \nu$, ce rayonnement peut être très dangereux.

${}^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$, on représente un noyau excité par *

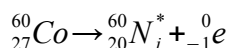
Ex : Le cobalt 60 est émetteur β^- et sa désintégration s'accompagne d'une émission γ .

1. Écrire l'équation de désintégration nucléaire.

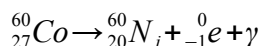


- $A = 60 - 0 = 60$
- $Z = 27 - (-1) = 28$

${}^{60}_{28}X = {}^{60}_{28}Ni$ d'après le tableau



2. Le photon émis a une énergie de 1,33 MeV. Calculer sa fréquence.



$$E = h \cdot \nu \Leftrightarrow \nu = \frac{E}{h} = \frac{1,33 \cdot 10^6 \times 1,60 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 3,22 \cdot 10^{20} \text{ Hz}, \text{ domaine des rayons } \gamma$$

1.5. Loi de la décroissance radioactive

Au cours du temps, le nombre de radio-isotopes diminue naturellement.

On appelle « période radioactive » (ou demi-vie) la durée au bout de laquelle le nombre de radio-isotopes est divisé par 2.

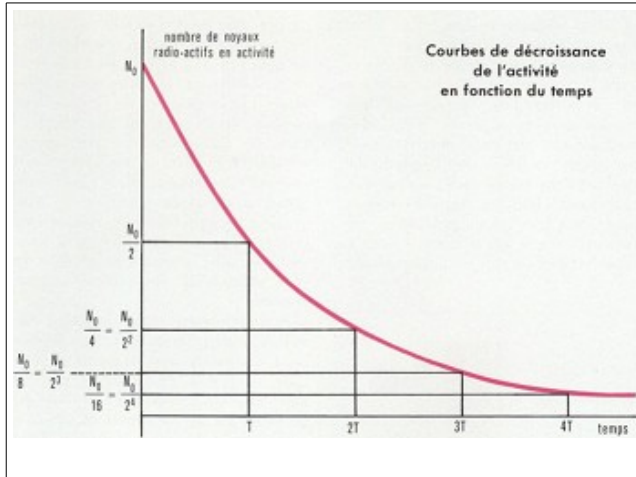
On montre que le nombre N de radio-isotopes décroît exponentiellement au cours du temps t.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \text{ (voir cours de maths)}$$

- N_0 est le nombre initial de radio-isotopes
- λ est la constante radioactive de l'élément

pour $t = T$, $N = \frac{1}{2} N_0$: $\frac{1}{2} \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda T} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\lambda \cdot T \Leftrightarrow \ln 2 = \lambda \cdot T \Leftrightarrow T = \frac{\ln 2}{\lambda}$

il vient : $T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda \cdot t = \frac{\ln 2 \cdot t}{T} \Leftrightarrow -\lambda \cdot t = \frac{t}{T} \cdot \ln\left(\frac{1}{2}\right) \Leftrightarrow e^{-\lambda t} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \Leftrightarrow N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$



demi vie Carbone 14 : 5730 ans

demi vie uranium 235 : 703 800 000 ans

demi vie plutonium 239 : 24000 ans

Ex : dater un échantillon dont le nombre de radioisotopes en Carbone 14 a été réduit à 1 %.

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \Leftrightarrow \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \Leftrightarrow \frac{1}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5730}} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{1}{100}\right) = \frac{t}{5730} \cdot \ln\left(\frac{1}{2}\right) \Leftrightarrow t = 5730 \times \ln\left(\frac{100}{\ln(2)}\right) = 38069 \text{ ans}$$

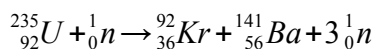
2. les réactions nucléaires

2.1. fission

C'est une désintégration au cours de laquelle **le noyau mère éclate** pour donner naissance à de nouveaux éléments.

Dans les centrales nucléaires, elle est provoquée en bombardant un noyau d'uranium 235 par un neutron pour donner naissance à du Krypton 92, du Baryum 141 et à 3 neutrons.

Les neutrons libérés, vont donner à leur tour une nouvelle réaction (réaction en chaîne).



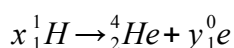
- on vérifie la conservation de la masse : $235 + 1 = 92 + 141 + (3 \times 1)$
- et de la charge : $92 + 0 = 36 + 56 + (3 \times 0)$

2.2. fusion

C'est une réaction qui se produit sous haute t° et haute pression au cours de laquelle **deux atomes sont réunis pour en former un seul**.

C'est le processus qui se produit au cœur des soleils lors de la fusion de l'Hydrogène en Helium.

Ex 1 : équilibrer l'équation de réaction nucléaire lors de la fusion de H.

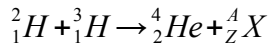


- conservation de la masse : $(x \times 1) = 4 + (y \times 0) \Leftrightarrow x = 4$
- conservation de la charge : $(x \times 1) = 2 + (y \times 1) \Leftrightarrow 4 = 2 + y \Leftrightarrow y = 2$

d'où : $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_1\text{e}^-$, réaction radioactive β^+ (${}^0_1\text{e}^-$)

Ex 2 : lors de la fusion du Deutérium ${}^2_1\text{H}$ et du Tritium ${}^3_1\text{H}$, un atome He et une autre particule sont formés. Déterminer la nature de cette particule.

Équation générale : $\text{D} + \text{T} \rightarrow \text{He} + \text{X}$



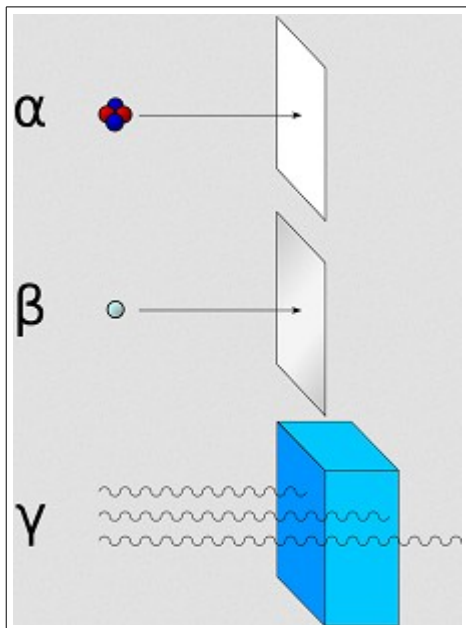
- conservation de la masse : $A = 2 + 3 - 4 = 1$
- conservation de la charge : $Z = 1 + 1 - 2 = 0$

d'où : ${}^A_Z\text{X} = {}^1_0\text{X} = {}^1_0\text{n}$ le neutron

finalement : $\text{D} + \text{T} \rightarrow \text{He} + \text{n}$

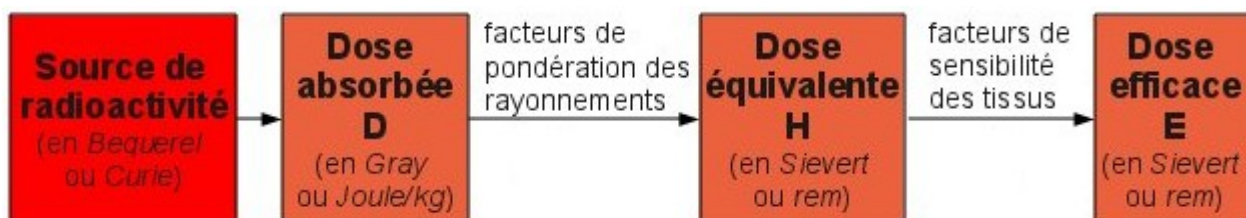
2.4. unités de mesure

En radioactivité, et notamment en radioprotection, on mesure non seulement l'activité d'un radioisotope mais également son impact sur l'environnement. En fonction du type de radioactivité, les effets seront différents sur un organisme vivant (l'ADN) :

	Les particules α sont arrêtées par une feuille de papier. Les particules β sont arrêtées par une feuille d'aluminium. Le rayonnement γ est atténué par de grandes épaisseurs de matériaux denses (plomb).
--	--

Ainsi on mesure 4 facteurs :

- l'activité de la source : **nombre de désintégrations / s** (le Becquerel, symbole **Bq**)
- la dose absorbée : **l'Energie absorbée / kg** (le Gray, symbole **Gy**)
- la dose équivalente : idem dose absorbée **pondérée selon le type de rayonnement** (α , β , γ , ...) mesurée en Sievert, symbole **Sv** (anciennement mesurée en rem : 100 rem = 1 Gy)
- la dose efficace : idem dose équivalente **pondérée en fonction des tissus biologiques** exposés



Dose (mSv)	Effets observés
50	apparition de malformations des foetus
250	Diminution des globules blancs et rouges
1 000	vomissement, perte de cheveux
5 000	hémorragie et infection
10 000	mort dans les jours qui suivent

en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89chelles_et_effets_de_doses_de_radiation

Ex : en une minute, on a mesuré 5400 désintégrations de carbone 14 dans un échantillon. Calculer l'activité de cet échantillon.

$$A = 5400 / 60 \approx 90 \text{ Bq}$$

3. l'énergie du noyau

Par des mesures expérimentales, on observe que la masse du noyau d'un atome est < à la somme des masses de ses différents constituants !

Ainsi : $m(\text{He}) < 2.m(\text{p}) + 2.m(\text{n})$

C'est ce que les physiciens appellent le **déficit de masse** (Δm).

Cette différence ne prend pas en compte l'énergie de cohésion E du noyau qui se mesure en J et non en kg. En effet, le déficit de masse a été converti en énergie !

Albert Einstein a établi que **l'énergie peut se convertir en masse** et inversement. ΔE est proportionnelle à Δm selon la relation $\Delta E = c^2 \cdot \Delta m$

ou encore : **$E = m \cdot c^2$**

- E : énergie en J
- m : masse en kg
- c : célérité de la lumière en m/s

L'E et la masse des atomes étant très faibles, on utilise des unités différentes.

- Pour E : l'électron-Volt (eV), $1 \text{ eV} = E$ acquise par un e^- accéléré sous une tension de $1 \text{ V} = 1,602176565 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- Pour m : l'unité de masse atomique (u), $1 \text{ u} = 1/12 m(\text{C}) = 1,660538921 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

en savoir plus : http://fr.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein

Ex 1 : la masse du radionucléide ${}^4_2\text{He}$ est de 4,00151 u.

1. Déterminer l'E de liaison du noyau en J et eV.
2. En déduire l'Ede liaison par nucléon.

On donne :

	Proton	Neutron	électron
symbole	p	n	$\bar{e}$
Masse (kg)	$1,672.10^{-27}$	$1,675.10^{-27}$	$9,109.10^{-31}$
Masse (u)	1,00728	1,00866	$5,486.10^{-4}$
Charge (C)	$+1,60.10^{-19}$	0	$-1,60.10^{-19}$

1. Énergie liaison

$$m(\text{noyau}) = 2.m(p) + (4-2).m(n) = 2.m(p) + 2.m(n) = 2 \times 1,00728 + 2 \times 1,00866 = 4,03188 \text{ u}$$

$$\Delta m = 2.m(p) + 2.m(n) - m(\text{noyau}) = 4,03188 - 4,00151 = 0,03037 \text{ u}$$

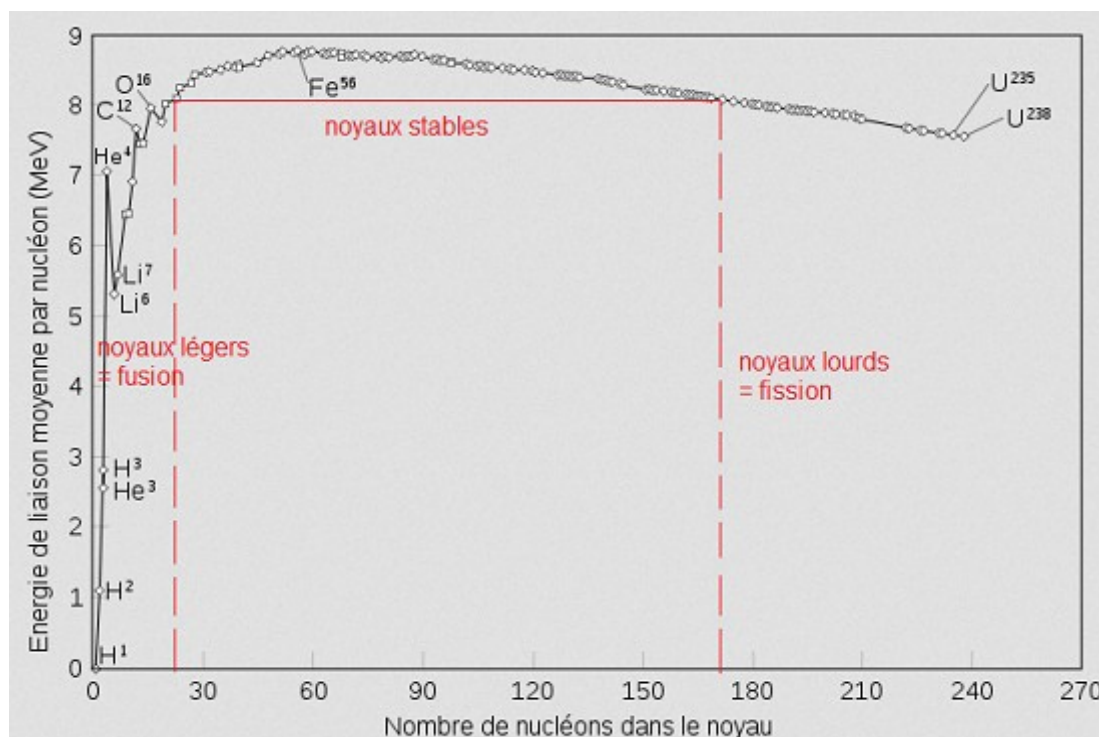
$$E_l = \Delta m.c^2 = 0,03037 \times 1,66054.10^{-27} \times 299792458^2 = 4,53248.10^{-12} \text{ J}$$

$$\text{d'où : } E_l = \frac{4,53248.10^{-12}}{1,60218.10^{-19}} = 2,82895.10^7 \text{ eV} = 28,29 \text{ MeV}$$

2. Énergie nucléon ${}^4_2\text{He}$

$$E_n = \frac{E_l}{A} = \frac{28,29}{4} = 7,07 \text{ MeV} < 8 \text{ MeV}, \text{ ce radionucléide est instable}$$

Un noyau est d'autant plus stable que son E de liaison entre ses nucléons est élevée.

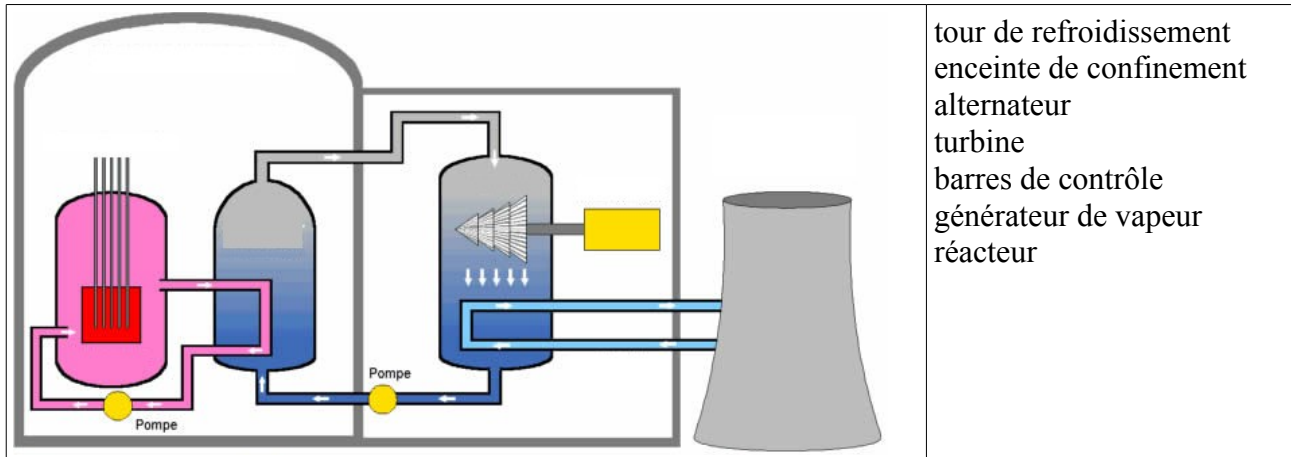


D'après le graphe ci-dessus un élément sera stable si : $20 < A < 170$

Principe de fonctionnement des centrales nucléaires

- Prendre connaissance du document ci-dessous.
- À partir de la vidéo : <http://www.youtube.com/watch?v=3alleGA8vnA>

1. indiquer sur le schéma ci-dessous.



2. indiquer le circuit primaire.

3. indiquer le circuit de refroidissement

4. donner la définition des termes suivants :

- élément fissile
- élément fertile
- modérateur
- caloporteur

Postface

Les exercices proposés dans cet ouvrage sont des extraits issus des manuels scolaires de Physique et Chimie de première et terminale STAV (Science et Technologie de l'Agronomie et du Vivant) écrits par Messieurs Jacques Lefebvre et François Mugnier, tous deux inspecteurs pédagogiques, et parus aux éditions Vuibert.