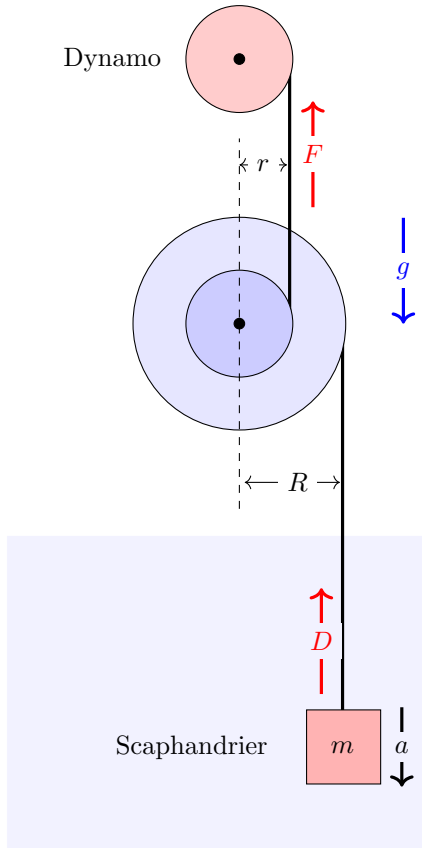


FSA11-ARCH11	
Juin 2025	<i>Physique 1</i>
LEPL1201	<i>Vous pouvez conserver cet énoncé !</i>

1 Laurent a acheté un scaphandre et une lampe frontale...



Laurent veut découvrir la plongée.
 Thomas et Vincent ont placé une poulie avec deux cordes.
 Une corde retient le scaphandrier à la poulie.
 Dimitri a enroulé une corde autour de la dynamo et du pignon de la poulie.
 Les axes de la poulie et la dynamo ne subissent aucune translation.
 La dynamo alimente la lampe frontale du scaphandrier.
 La résistance de la lampe vaut $R_* = 10 \, \Omega$.
 L'inertie de la poulie vaut $I = 0.4 \, \text{kg m}^2$.
 Les deux rayons valent $R = 0.2 \, \text{m}$ et $r = 0.1 \, \text{m}$.
 Une force de trainée $D = Kv$ s'oppose à la chute de scaphandrier.
 Une force de rappel $F = kv$ s'applique sur la corde enroulée à la dynamo.
 Les constantes valent $K = \frac{985}{6} = 164.17 \, \text{kg/s}$ et $k = 10 \, \text{kg/s}$.

A l'instant $t = 0$, le système est libéré du repos.
 Le scaphandrier m descend avec une accélération $a(t)$.
 La poulie se met à tourner à une vitesse angulaire $\omega(t)$.
 La corde du scaphandrier se déroule à partir de la poulie.
 La seconde corde se déroule à partir de la dynamo.
 Lorsque $t \rightarrow \infty$, Toutes les accélérations s'annulent !
 La poulie atteindra une vitesse angulaire constante limite ω_* .
 Et le scaphandrier chutera avec une vitesse critique constante v_* .

La masse de la corde est évidemment négligeable.
 La masse totale du scaphandrier est $m = 100 \, \text{kg}$.
 On négligera la force d'Archimède sur le scaphandrier.
 Dans les calculs, on utilisera $g = 10 \, \text{m/s}^2$.

- Dessiner l'ensemble des forces sur le scaphandrier.
Y indiquer clairement le nom et la notation habituelle pour chacune des forces.
- Ecrire l'équation différentielle que doit satisfaire la vitesse angulaire $\omega(t)$.
- Obtenir l'expression symbolique de $\omega(t)$ et de l'accélération angulaire $\alpha(t)$ de la poulie.
Esquisser graphiquement ces deux fonctions.
- Démontrer que la vitesse angulaire limite vaut $\omega_* = 30 \, \text{s}^{-1}$.
- Quelle est la puissance mécanique transmise à la dynamo lorsque la vitesse est constante ?
- Quel serait alors le courant qui passerait dans la lampe si la totalité de la puissance mécanique est convertie en puissance électrique par la dynamo qui aurait un rendement parfait de 100 %.
- Laurent veut avoir une mesure expérimentale car les laboratoires sont essentiels en physique.
Il a mesuré¹ une différence de potentiel de 20 Volt aux bornes de sa lampe frontale.
Qu'en déduisez vous ?

Attention, il faut répondre exclusivement sur l'unique feuille de réponse fournie !
 Ce questionnaire peut servir de brouillon, mais ne sera jamais lu par le correcteur !

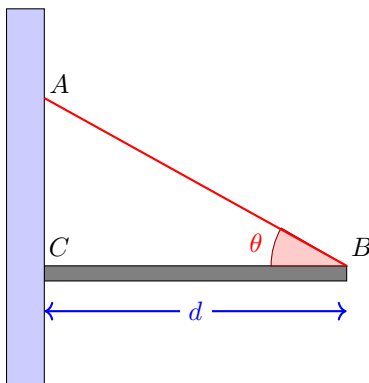
¹Il est vraiment vachement doué avec voltmètre dans l'eau froide de la mer.... mais soyons créatifs :-)

2 Petites questions courtes

Attention ! Il faut répondre exclusivement sur la seconde feuille de réponse fournie.

Q 2.1

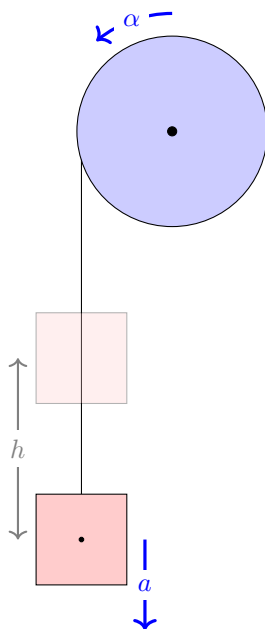
Une corde AB et le frottement en C maintiennent immobile une barre CB contre un mur.
La barre a une longueur d et une masse m .
La norme de l'accélération de la gravité est $g = 10\text{m/s}^2$.
Le coefficient de frottement statique est $\mu_s = 0.6$.



Quelle est la force de frottement F exercée par le mur sur la barre ?

Q 2.2

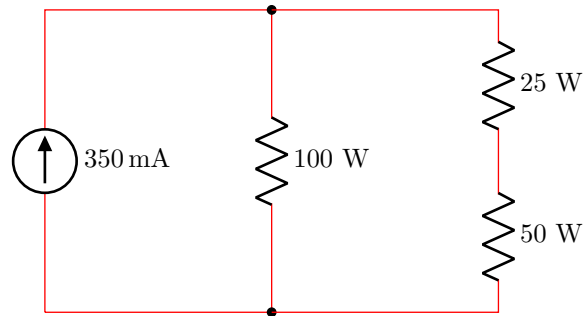
Un bloc de masse m est attachée par une corde de masse négligeable à une poulie de masse M et de rayon R .
La poulie est un cylindre homogène plein.
Jusqu'à l'instant $t = 0$, le bloc est maintenu immobile : sa vitesse est nulle.
A cet instant, il est lâché et chute sous l'effet de la gravité.



Quelle sera l'expression v de la vitesse du bloc lorsqu'il aura chuté d'une hauteur h ?

Trois lampes à incandescence, assimilables à des résistances, ont une puissance nominale de 25 W, 50 W et 100 W lorsqu'elles sont alimentées séparément sous 200 V en courant continu. Maintenant, ces trois lampes sont connectées ensemble dans un circuit alimenté par une source de courant continu délivrant un courant constant de 350 mA.

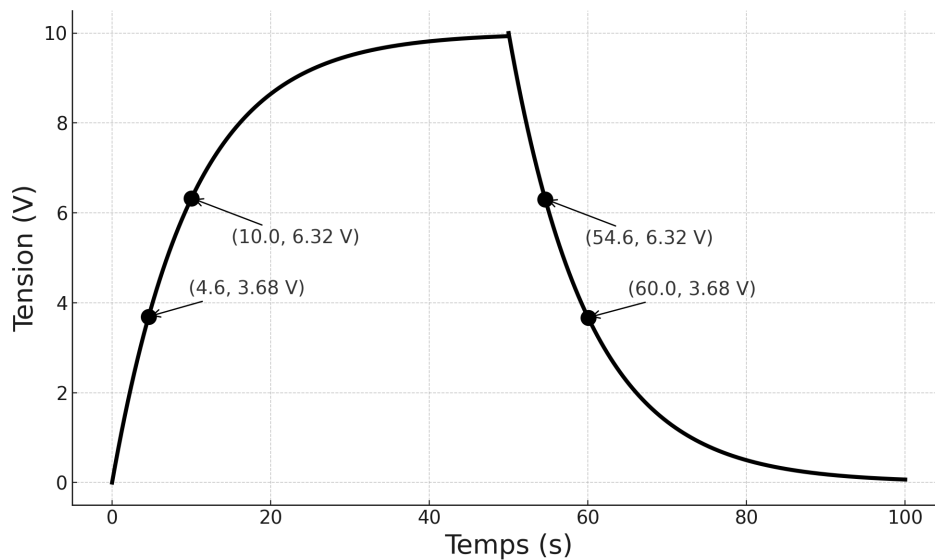
Q 2.3



Laquelle des trois lampes brillera le moins ?
Pourquoi ?
Donnez la puissance de cette lampe.

Un étudiant a réalisé une expérience en laboratoire portant sur la réponse temporelle d'un condensateur. Dans son montage, le condensateur est connecté à une source de tension continue qui alterne toutes les 50 secondes entre 0 V et 10 V, via une résistance de 100 k Ω .

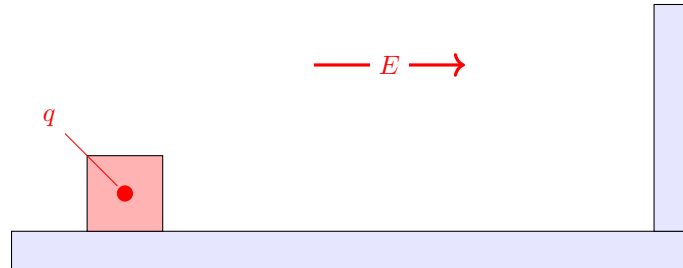
Q 2.4



L'étudiant a relevé quatre points caractéristiques de la tension aux bornes du condensateur. À partir de ces observations, déterminez la valeur C de la capacité utilisée.

Un corps possède une charge de $q = 8\mu\text{C}$ et une masse $m = 1\text{ g}$.
 Il est posé sur un plan horizontal à une distance $d = 10\text{ cm}$ d'un mur.
 Initialement, il est au repos.
 En $t = 0$, un champ électrique uniforme horizontal $E = 100\text{ V/m}$ vers le mur est appliqué.
 Un mouvement harmonique du corps va apparaître.
 Il n'y a aucun frottement entre le sol et le corps.
 Les collisions entre le corps et le mur sont parfaitement élastiques.

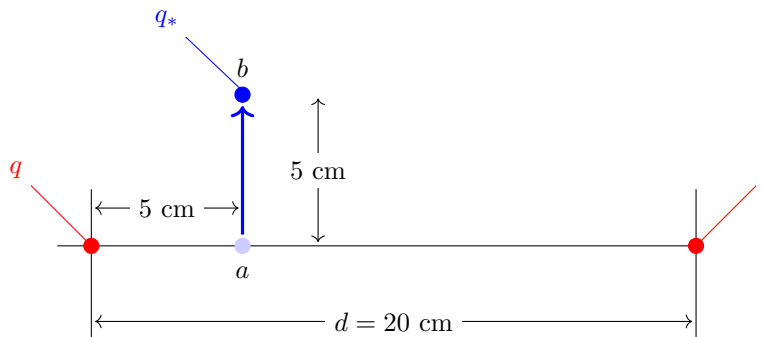
Q 2.5



Quelle la période d'oscillation T du mouvement ?

Dans le vide, deux charges ponctuelles de $q = 10\mu\text{C}$ sont séparées d'une distance $d = 20\text{ cm}$.
 On déplace une troisième charge ponctuelle de $q_* = -2\mu\text{C}$ de a vers b .

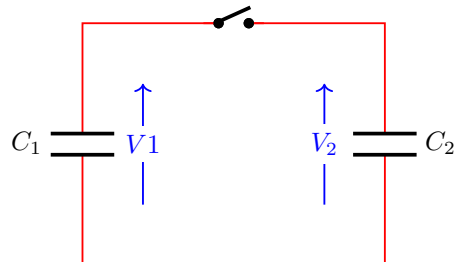
Q 2.6



Quelle est la différence d'énergie potentielle ΔU_e du système entre les deux états ?
 A-t-elle augmenté ou diminué ?

Deux condensateurs, C_1 et C_2 sont chargés et portés à des potentiels V_1 et V_2 .
 A l'instant $t = 0$, on relie les deux condensateurs ensemble en fermant l'interrupteur.

Q 2.7



Quelle sera la charge Q_1 dans le condensateur C_1 après la fermeture de l'interrupteur ?
 Donnez une expression de Q_1 en fonction de C_1 , C_2 , V_1 et V_2 .

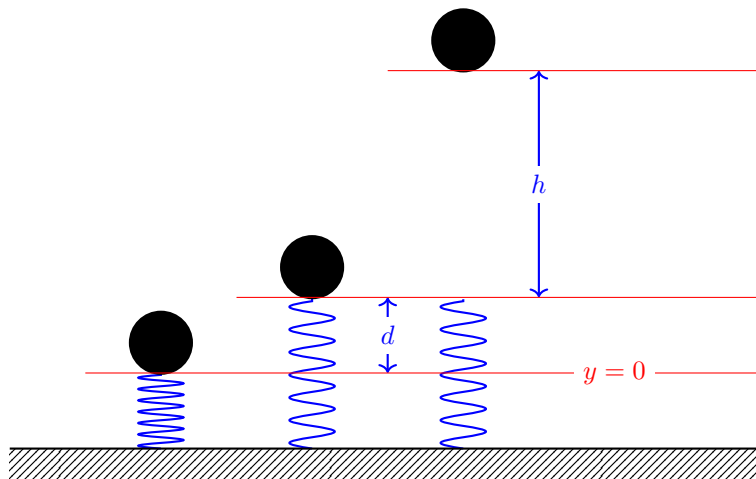
Une bille de masse m se trouve sur un ressort avec une constante de raideur k . Le ressort est comprimé d'une distance d par rapport à son état au repos.

A l'instant $t = 0$, on relâche le ressort qui va propulser la bille.

Lorsque la bille se désolidarise du ressort, le ressort a sa longueur au repos.

La bille s'élève ensuite d'une hauteur h avant de retomber.

Q 2.8



Quelle vaut la constante de raideur k du ressort ?

Formulaire

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}(m \vec{v}) &= \sum \vec{F}_i \\ \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}m v^2 + \frac{1}{2}I \omega^2\right) &= \sum \vec{F}_i \cdot \vec{v}_i \\ \frac{d}{dt}(I \omega) &= \sum M_i\end{aligned}$$

Mouvement d'un projectile

$$\begin{aligned}\vec{x}(t) &= \begin{bmatrix} u_0 t + x_0 \\ -gt^2/2 + v_0 t + y_0 \end{bmatrix} \\ \vec{v}(t) &= \begin{bmatrix} u_0 \\ -gt + v_0 \end{bmatrix} \\ \vec{a}(t) &= \begin{bmatrix} 0 \\ -g \end{bmatrix}\end{aligned}$$

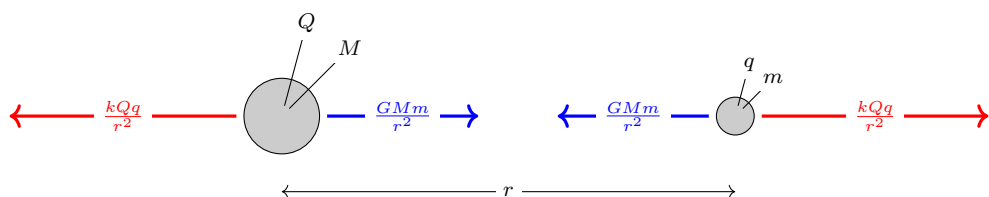
Mouvement horizontal = MRU (vitesse constante)
Mouvement vertical = MRUA (accélération constante)

Mouvement circulaire uniformément accéléré : $\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$

$$\begin{aligned}\vec{v}(t) &= \begin{bmatrix} v_r \\ v_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ r\omega \end{bmatrix} \\ \vec{a}(t) &= \begin{bmatrix} a_r \\ a_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r\omega^2 \\ r\alpha \end{bmatrix}\end{aligned}$$

Force de gravité et force d'interaction électrique

$$\begin{aligned}G &= 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2 \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = k &= 8.988 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \\ \epsilon_0 &= \frac{1}{4\pi k} = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N m}^2\end{aligned}$$



Théorème de Gauss

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q_i$$

Energies potentielles mécaniques

$$W_{a \rightarrow b} = U_a - U_b = \frac{kx^2}{2}$$
$$U_a - U_b = mgh$$

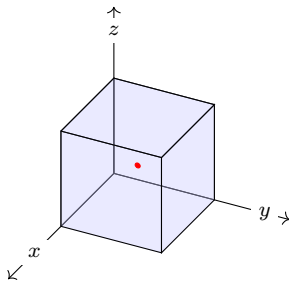
Théorème de l'énergie mécanique

$$\Delta \left(\overbrace{\frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2}^K \right) = \sum \overbrace{\int \vec{F} \cdot d\vec{x}}^W$$

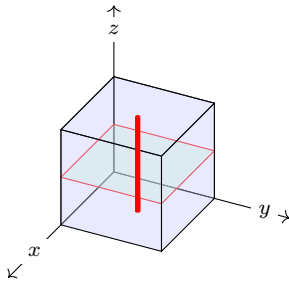
Energie et potentiel électrique

$$U_a - U_b = q_0 \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{x}$$
$$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{x}$$

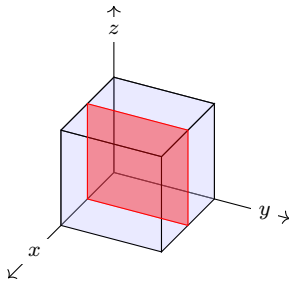
Trois champs et potentiels électriques bien utiles :-)



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$
$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} + C$$



$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$$
$$V = -\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \lambda \ln(r) + C$$



$$E = \frac{1}{2\epsilon_0} \sigma$$
$$V = -\frac{1}{2\epsilon_0} \sigma r + C$$

r représente la distance à la charge, au fil chargé ou au plan chargé.

Moment d'une force dans le plan

$$\underbrace{\vec{r} \times \vec{F}}_{\vec{M}} = \begin{bmatrix} r_x \\ r_y \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ r_x F_y - r_y F_x \end{bmatrix}$$

$$M = r_x F_y - r_y F_x = F r_{\perp} = F_{\perp} r = Fr \sin(\theta)$$

Moment d'inertie

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Théorème des axes parallèles

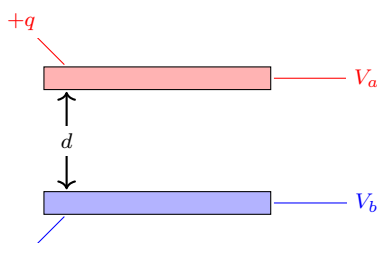
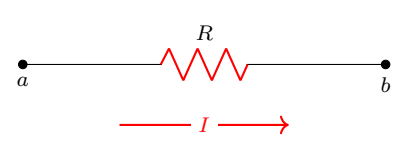
$$I_h = m h^2 + I$$

Moments d'inertie de corps rigides homogènes

$$\text{Cylindre creux} \quad I = m R^2$$

$$\text{Cylindre plein} \quad I = m \frac{R^2}{2}$$

$$\text{Barre autour du centre} \quad I = m \frac{L^2}{12}$$


$$V_{ab} = V_a - V_b = \frac{d}{\epsilon_0 S} q = \frac{q}{C}$$
$$U = \int_0^q \frac{q}{C} dq = \frac{q^2}{2C}$$

$$V_{ab} = \frac{\rho L}{S} I = RI$$
$$P = RI^2$$

Résistances et capacités en série

$$\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i} \quad R = \sum R_i$$

Résistances et capacités en parallèle

$$C = \sum C_i \quad \frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$$

Lois de Kirchhoff

$$\sum_{\text{noeuds}} I_i = 0$$

$$\sum_{\text{mailles}} V_i = 0$$