 <b>Énoncé du sujet</b>
--

Vous devez répondre aux 20 questions ci-dessous. Une seule réponse exacte.

**Exercice 1**

Une petite boule chargée de masse  $m = 1,00 \text{ g}$  est suspendue par un fil de longueur  $L = 50 \text{ cm}$  entre les plaques verticales (A) et (B) d'un condensateur plan. La distance entre les plaques est de  $14,6 \text{ cm}$ . Les plaques n'étant pas mises sous tension, le fil est vertical. On établit une tension

$U_{AB} = 1,25 \text{ kV}$  entre les plaques. On constate alors que la boule se rapproche de  $40 \text{ mm}$  de la plaque (A).

**Q 1 :** Calculer la valeur de la force électrique.

- A : 0,29 N
- B : 0,39 N
- C : 0,79 N
- D : 0,99 N
- E : 0,76 N
- F : 0,81 N

**Q 2 :** Calculer la charge électrique  $q$  de la boule.

- A : 47 nC
- B : 92 nC
- C : - 66 nC
- D : - 17 nC
- E : - 47 nC
- F : - 92 nC

Donnée :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

**EXERCICE 2**

Une bobine plate de  $N$  spires est parcourue par un courant  $I = 4,0 \text{ A}$ . Son rayon est de  $100 \text{ mm}$ . On a mesuré le champ magnétique  $B_1$  créé par cette bobine pour des points situés sur son axe, à la distance  $x$  du centre de la bobine :

X	mm	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100
B1	mT	1,85	1,85	1,77	1,65	1,50	1,35	1,20	1,03	0,90	0,66

On place une seconde bobine identique, parallèle à la première de façon à ce que les deux bobines soient coaxiales et distantes de  $100 \text{ mm}$ .

Elles sont parcourues par le même courant  $I$  circulant dans le même sens.

Le champ magnétique dans la région centrale entre les deux bobines est donné par la

relation :  $B = 0,72 \cdot \frac{N}{R} \cdot I$        $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I}$

**Q 3 :** Calculer le nombre de spires dans chaque bobine.

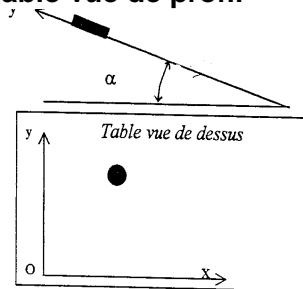
- A : 75
- B : 150
- C : 80
- D : 38
- E : 8
- F : 300

**Exercice 3**

Un palet de centre d'inertie G et de masse 200g est lâché sur une table à digitaliser inclinée qui capte les coordonnées de G et les dates correspondantes.

Les valeurs sont portées dans le tableau ci-dessous. Les frottements sont négligeables.

Points	t	y	x
N°	ms	mm	mm
1	0	250	100
2	20	249,3	100
3	40	247,3	100
4	60	244,0	100
5	80	239,3	100
6	100	233,2	100
7	120	225,8	100
8	140	217,1	100
9	160	207,0	100
10	180	195,6	100
11	200	182,9	100
12	220	168,8	100
13	240	153,3	100
14	260	136,6	100
15	280		100
16	300	99,0	100
17	320	78,2	100
18	340	56,0	100
19	360	32,5	100
20	380	7,7	100

**Table vue de profil**

Données :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

**Q 4 :** Quelle est l'énergie cinétique du palet au point N°3 ?

- A : 26,5 mJ
- B : 8,8 mJ
- C : 13,2 mJ
- D : 1,28 mJ
- E : 1,76 mJ
- F : 0,78 mJ

**Q 5 :** Quelle est l'accélération du palet ?

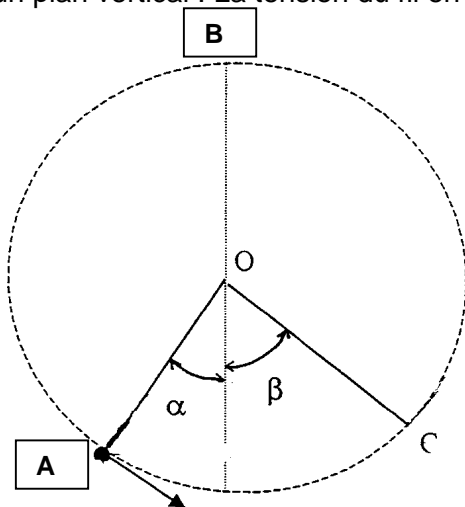
- A :  $5,12 \text{ m.s}^{-2}$
- B :  $1,03 \text{ m.s}^{-2}$
- C :  $2,8 \text{ m.s}^{-2}$
- D :  $3,37 \text{ m.s}^{-2}$
- E :  $2,06 \text{ m.s}^{-2}$
- F :  $0,23 \text{ m.s}^{-2}$

**Q 6 :** Quel est l'angle  $\alpha$  entre le plan incliné et le plan horizontal ?

- A :  $22^\circ$
- B :  $12^\circ$
- C :  $31^\circ$
- D :  $27^\circ$
- E :  $20^\circ$
- F :  $17^\circ$

#### Exercice 4

Un pendule est constitué d'une petite sphère de masse  $m$  attachée à un fil de longueur  $L$ . Le rayon de la sphère est négligeable par rapport à  $L$ . On lance le pendule du point A avec une vitesse  $V_A$ . OA fait un angle  $\alpha$  avec la verticale. Le pendule a une trajectoire circulaire dans un plan vertical. La tension du fil en B est de 0,52 N.



**Q 7 :** Quelle est la vitesse en B ?

- A :  $2,5 \text{ m.s}^{-1}$
- B :  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$
- C :  $2,7 \text{ m.s}^{-1}$
- D :  $1,2 \text{ m.s}^{-1}$
- E :  $2,3 \text{ m.s}^{-1}$
- F :  $7,5 \text{ m.s}^{-1}$

**Q 8 :** Quelle est la vitesse  $v_A$  en A ?

- A :  $4,7 \text{ m.s}^{-1}$
- B :  $4,9 \text{ m.s}^{-1}$
- C :  $4,6 \text{ m.s}^{-1}$
- D :  $5,3 \text{ m.s}^{-1}$
- E :  $2,9 \text{ m.s}^{-1}$
- F :  $5,1 \text{ m.s}^{-1}$

**Q 9 :** Quelle est la tension du fil en A ?

- A : 4,3 N
- B : 1,9 N
- C : 6,5 N
- D : 6,1 N
- E : 1,1 N
- F : 2,2 N

**Q 10 :** Quelle est la norme de l'accélération tangentielle en C ?

- A : 0,562 m.s<sup>-2</sup>
- B : 5,62 m.s<sup>-2</sup>
- C : 8,03 m.s<sup>-2</sup>
- D : 0,803 m.s<sup>-2</sup>
- E : 0,28 m.s<sup>-2</sup>
- F : 2,82 m.s<sup>-2</sup>

### Exercice 5

Stella est un satellite utilisé pour mesurer avec grande précision le champ de gravitation autour de la terre. Sa masse m est 48 kg.

Il tourne sur une orbite circulaire à l'altitude de 800 km.

**Q 11 :** Quelle est sa vitesse ?

- A : 3720 m.s<sup>-1</sup>
- B : 14880 m.s<sup>-1</sup>
- C : 5260 m.s<sup>-1</sup>
- D : 5520 m.s<sup>-1</sup>
- E : 10520 m.s<sup>-1</sup>
- F : 7440 m.s<sup>-1</sup>

**Q12 :** Calculer alors son énergie mécanique dans le référentiel géocentrique.

- A : - 2660 MJ
- B : - 1330 MJ
- C : - 1990 MJ
- D : - 660 MJ
- E : + 2660 MJ
- F : - 2660 KJ

**Q 13 :** Calculer son énergie potentielle quand il est au sol.

- A : - 1490 MJ
- B : - 2650 MJ
- C : - 2990 MJ
- D : - 2110 MJ
- E : - 780 MJ
- F : - 550 MJ

**Q 14 :** En négligeant les frottements avec l'air, quelle l'énergie minimale faut-il fournir à Stella pour le satelliser ?

- A : 330 MJ
- B : 660 MJ
- C : 2640 MJ
- D : 1660 MJ
- E : 4320 MJ
- F : 1320 MJ

Rappel : L'énergie potentielle gravitationnelle est donnée par l'expression :

$$E_p = - G \frac{mM_T}{r} \quad (E_p = 0 \text{ pour } r \text{ infini}) \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$$

Rayon de la terre :  $6,4 \cdot 10^3$  km

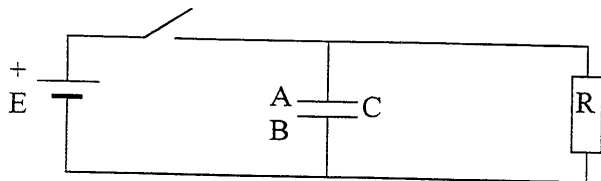
$$M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

**Exercice 6**

L'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  est radioactif, ses produits de désintégration aussi et l'ensemble forme une filiation qui se termine au plomb qui lui est stable  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$

**Q 15 :** Quel est le nombre total de désintégrations  $\alpha$  et  $\beta$  au cours de cette filiation ?

- A : 6
- B : 8
- C : 10
- D : 12
- E : 14
- F : 16

**Exercice 7**

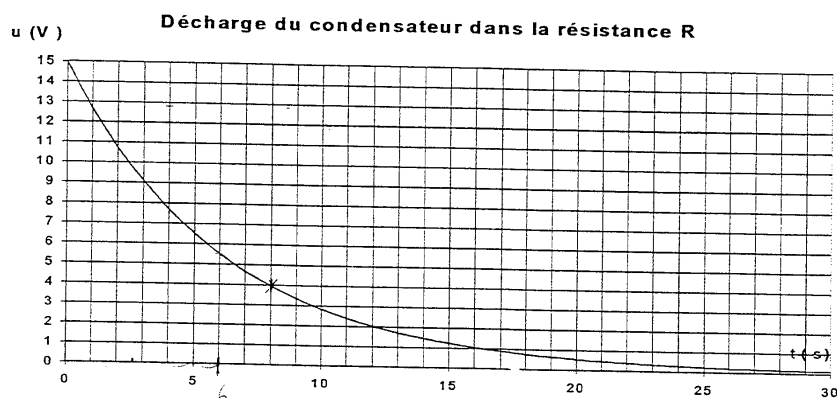
$$E = 15 \text{ V}$$

$$C = 47 \mu\text{F}$$

**Q 16 :** L'interrupteur étant fermé depuis longtemps, calculer la charge du condensateur.

- A : 0,35 mC
- B : 1,40 mC
- C : 10,6 mC
- D : 2,6 mC
- E : 0,70 mC
- F : 5,3 mC

A l'instant  $t = 0$  on ouvre l'interrupteur, le condensateur se décharge dans la résistance R. L'ordinateur capte la tension  $u = u_{(AB)}$  aux bornes du condensateur.



**Q 17 :** Choisir une valeur pour R.

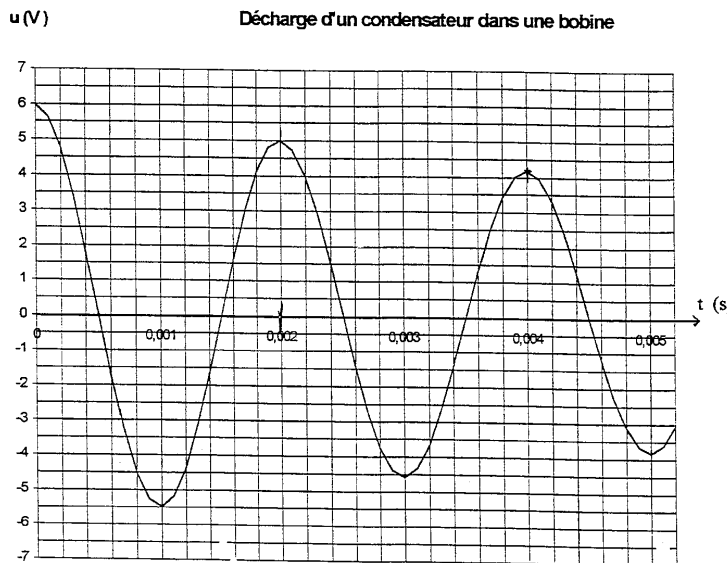
- A : 190 k $\Omega$
- B : 42 k $\Omega$
- C : 85 k $\Omega$
- D 140 k $\Omega$
- E : 250 k $\Omega$
- F : 300 k $\Omega$

**Q 18 :** Quelle est l'énergie perdue par le condensateur à la date  $t = 8 \text{ s}$  ?

- A : 2,8 mJ
- B : 4,9 mJ
- C : 3,8 mJ
- D : 258 mJ
- E : 5,2 mJ
- F : 3,2 mJ

### Exercice 8

Un condensateur de capacité  $10 \text{ mF}$  est chargé sous une tension  $u = 6 \text{ V}$ . A la date  $t = 0$ , il se décharge dans une bobine d'inductance  $L$ . Les valeurs de la tension aux bornes du condensateur sont captées par un ordinateur. On obtient le graphe ci-dessous :



**Q 19 :** Quelle est l'inductance de la bobine ?

- A : 32 mH
- B : 320 mH
- C : 640 mH
- D : 10 mH
- E : 64 mH
- F : 100 mH

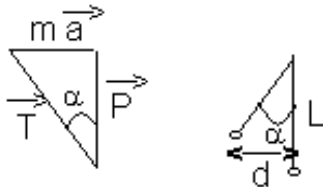
**Q 20 :** Quelle est l'énergie dissipée par effet joule à la date  $t = 4 \text{ ms}$  ?

- A : 92  $\mu\text{J}$
- B : 10  $\mu\text{J}$
- C : 16  $\mu\text{J}$
- D : 32  $\mu\text{J}$
- E : 20  $\mu\text{J}$
- F : 64  $\mu\text{J}$

 <b>Corrigé du sujet</b>
---

**Question 1 : réponse C**

A l'équilibre, le théorème du centre d'inertie s'écrit :  $P + R + F_e = 0$ . D'après la construction suivante,



on déduit que  $\tan \alpha = \frac{F_e}{P}$  (1)

De plus  $\sin \alpha = \frac{d}{L} = \frac{40 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-2}} = 0,08$ .

$\alpha$  étant petit, on peut considérer que  $\tan \alpha = \sin \alpha$ .

(1) donne  $F_e = m g \tan \alpha = 1 \cdot 10^{-3} \times 9,8 \times 0,08 = 0,79 \cdot 10^{-3} = 0,79 \text{ mN}$ .

**Question 2 : Réponse F**

Par définition  $E = \frac{U_{AB}}{d} = 8561,6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$  et  $|q| = \frac{F_e}{E} = 91,8 \cdot 10^{-9} = 91,8 \text{ nC}$ .

De plus  $U_{AB} > 0$  donc  $V_A > V_B$  or la bille est attirée par la plaque A positive donc elle est chargée négativement et  $q = - 91,8 \text{ nC}$ .

**Question 3 : réponse A**

On se place au milieu de la droite joignant les centres des deux bobines. En ce point  $x = 50 \text{ mm}$ . Le champ créé par chaque bobine en ce point est le même en norme et en sens puisque le courant circule dans le même sens dans les deux bobines.

On en déduit donc que  $B = 2 B_1 = \mu_0 \times 0,72 \times \frac{NI}{R}$

$$N = \frac{2 B_1 \times R}{4\pi \times 0,72 \times l}$$

$$N = \frac{2 \times 1,35 \cdot 10^{-3} \times 100 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \times 0,72 \times 4}$$

$$N = 75$$

**Question 4 : réponse E**

Il faut calculer la vitesse moyenne au point n°3 selon :  $v_{3x} = \frac{V_{5x} - V_{4x}}{t_5 - t_4} = 0$

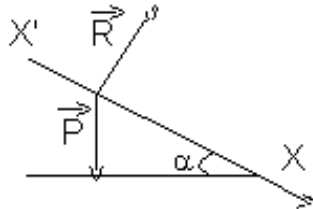
$$v_{3y} = \frac{V_{5y} - V_{4y}}{t_5 - t_4} = - 0,1325 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = 1,75 \text{ mJ}$$

**Question 5 : réponse D**

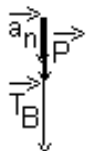
L'accélération est constante. On peut donc écrire  $v = at + v_0 = at$  et  $y = \frac{1}{2} a t^2$

$$\text{donc } a = \frac{2y}{t^2} = \frac{2(250 - 247,3) \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 10^{-3}} = 3,375 \text{ m.s}^{-2}.$$

**Question 6 : réponse E**

Le théorème du centre d'inertie s'écrit  $\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}$ .

$$\text{En projection sur } \vec{XX'} : m g \sin \alpha = m a \text{ d'où } \sin \alpha = \frac{a}{g} = \frac{3,37}{9,8} \Rightarrow \alpha = 20,1^\circ$$

**Question 7 : réponse C**

Le théorème du centre d'inertie en B s'écrit :  $\vec{P} + \vec{T} = m \vec{a}$

Dans la base de Frenet (B,  $\vec{n}$ ,  $\vec{u}$ ) et en projection sur  $\vec{n}$  :

$$m g + T_B = m a_N$$

$$m g + T_B = m \frac{v^2}{L}$$

$$v_B = \sqrt{L \cdot g + \frac{L \cdot T_B}{m}}$$

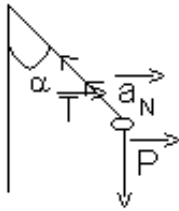
$$v_B = 2,73 \text{ m.s}^{-1}.$$

**Question 8 : réponse F**

Théorème de l'énergie cinétique :  $\Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{T})$  or  $W(\vec{T}) = 0$  car la tension du fil est perpendiculaire au déplacement.

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = -m g h \text{ avec } h = L + L \cos \alpha = L(1 - \cos \alpha)$$

$$v_A = \sqrt{v_b^2 + 2 g L (1 - \cos \alpha)} = 5,1 \text{ m.s}^{-1}$$

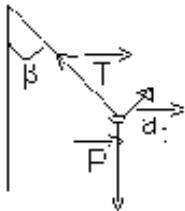
**Question 9 : réponse D**

Le théorème du centre d'inertie s'écrit :  $P + T = ma$

En projection sur  $n$  :  $-m g \cos\alpha + TA = m a_n$

$$TA = m a_n + m g \cos\alpha$$

$$TA = \frac{mv_A^2}{L} + m g \cos\alpha = 6,1 \text{ N}$$

**Question 10 : réponse B**

Le théorème du centre d'inertie s'écrit :  $P + T_B = m a$

En projection sur  $u$  :  $-m g \sin\beta = m a_T$

$$a_T = -g \sin\beta = 5,62 \text{ m.s}^{-2}$$

**Question 11 : réponse F**

$$a_N = g = \frac{v^2}{r} \text{ donc } v = \sqrt{\frac{GxM_T}{r}} = 7437 \text{ m.s}^{-1}$$

**Question 12 : réponse B**

$$\text{L'énergie mécanique est } E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} m \frac{GxM_T}{r} - m \frac{GxM_T}{r} = -\frac{1}{2} m \frac{GxM_T}{r}$$

$$E_m = -1327.10^6 \text{ J} = -1330 \text{ MJ.}$$

**Question 13 : Réponse C**

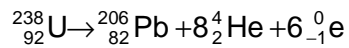
$$E_p = -G \frac{mxM_T}{r} = -2986.10^6 \text{ J} = -2990 \text{ MJ.}$$

**Question 14 : réponse D**

$$\Delta E_c = -\Delta E_p$$

$$E_{c_i} - E_{c_f} = E_{p_f} - E_{p_i}$$

$$E_{c_i} = E_{p_f} + E_{c_f} - E_{p_i} = E_m - E_{p_i} = -1330 + 2990 = 1660 \text{ MJ}$$

**Question 15 : réponse E**

La conservation du nombre de masse donne :  $238 = 206 + 4x$  donc  $x = 8$

La conservation du nombre de charge donne :  $92 = 82 + 16 - y$  donc  $y = 6$

et  $x + y = 14$

**Question 16 : réponse E**

$$q = C U = 0,705 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

**Question 17 : réponse D**

$$\tau = R C \text{ donc } R = \frac{\tau}{C} = \frac{6}{47 \cdot 10^{-6}} = 128 \text{ k}\Omega \text{ soit à peu près } 140 \text{ k}\Omega \text{ (réponse la plus proche)}$$

**Question 18 : réponse B**

$$E_{\text{perdue}} = E_{\text{initiale}} - E_8 = \frac{1}{2} C U_i^2 - \frac{1}{2} C U_8^2 = 0,5 \times 47 \cdot 10^{-6} \times (15^2 - 4^2) = 4,9 \text{ mJ.}$$

**Question 19 : réponse D**

$$T_0 = 2\pi \sqrt{LC} \text{ donc } L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4\pi^2 \times 10 \cdot 10^{-6}} = 10,1 \text{ mH}$$

**Question 20 : réponse A**

$$E = E_i - E_4 = \frac{1}{2} C U_i^2 - \frac{1}{2} C U_4^2 = 0,5 \times 10 \cdot 10^{-6} (6^2 - 4,2^2) = 92 \mu\text{J}$$