المدة: ساعتان

مباراة لوظيفة امين صندوق في بلدية حلبا

مجلس الخدمة المدنية
اللجنة الفاحصة

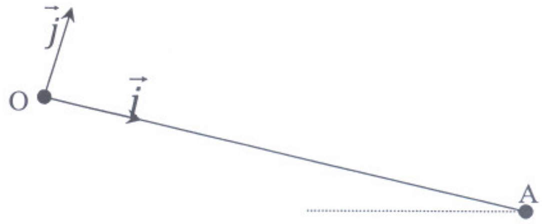
دائرة المباريات
مسابقة في الفيزياء

Premier exercice

Vérification de la Deuxième loi de Newton

Un skieur (S) de masse M = 80 kg avec son équipement descend suivant une ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant avec le plan horizontal l'angle α ($\sin \alpha = 0{,}1$).

Il abord le haut de la piste au niveau O à l'instant $t_0 = 0$, avec la vitesse $v_O = 15$ m/s. Sa vitesse est devenue au niveau A $v_A = 18$ m/s après un parcours de longueur OA = d = 100 m.



- Le plan horizontal passant par O est le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
- On choisit un système de référence galiléen lié au repère d'espace $(O; \vec{i}, \vec{j})$ tel que:
  - $(O; \vec{i})$ parallèle au plan incliné et dirigé vers le bas,
  - $(O; \vec{j})$ perpendiculaire au plan incliné et dirigé vers le haut.

Prendre $g = 9{,}8$ m/s².

I. Principe de conservation de l'énergie

1. Calculer l'énergie mécanique du système (skieur, piste, Terre) aux deux niveaux O et A respectivement.
2. L'énergie interne U du système (skieur, piste, Terre) augmente.
   a. À quoi est due cette variation?
   b. Calculer sa valeur.
   c. La neige absorbe, sur le parcours OA, 90% de cette variation de l'énergie interne, une quantité de masse m fond. Calculer m. Sachant que 1 kg de neige nécessite une énergie de 336000 J pour fondre.
3. Vérifier que l'intensité de la force résistante vaut $f = 38{,}8$N.

II. La durée du parcours

Le mouvement du skieur (S) durant la descente de O vers A sur la piste est rectiligne uniformément accélérée (M. R. U. A.).

1. Déterminer l'accélération a du skieur (S).
2. Vérifier que la durée du parcours est: $\Delta t = 6{,}06$ s.

III. La quantité de mouvement

1. Déterminer la variation $\Delta\vec{P}$ de la quantité de mouvement du skieur (S).
2. Peut-on dire que la quantité de mouvement du skieur (S) est conservée? Justifier.

IV. La deuxième loi de Newton

1. Faire l'inventaire des forces s'exerçant sur le skieur (S).
2. Montrer que la somme $\Sigma\vec{F}_{ext}$ de ces forces s'écrit $\Sigma\vec{F}_{ext} = (M\,g \sin\alpha - f)\,\vec{i}$.
3. En admettant que Δt est suffisamment petit, montrer alors que la deuxième loi de Newton $\Delta\vec{P} = (\Sigma\vec{F}_{ext}).\Delta t$ est vérifiée.

Deuxième Exercice

Mécanisme de la foudre assimilé à la décharge d'un condensateur

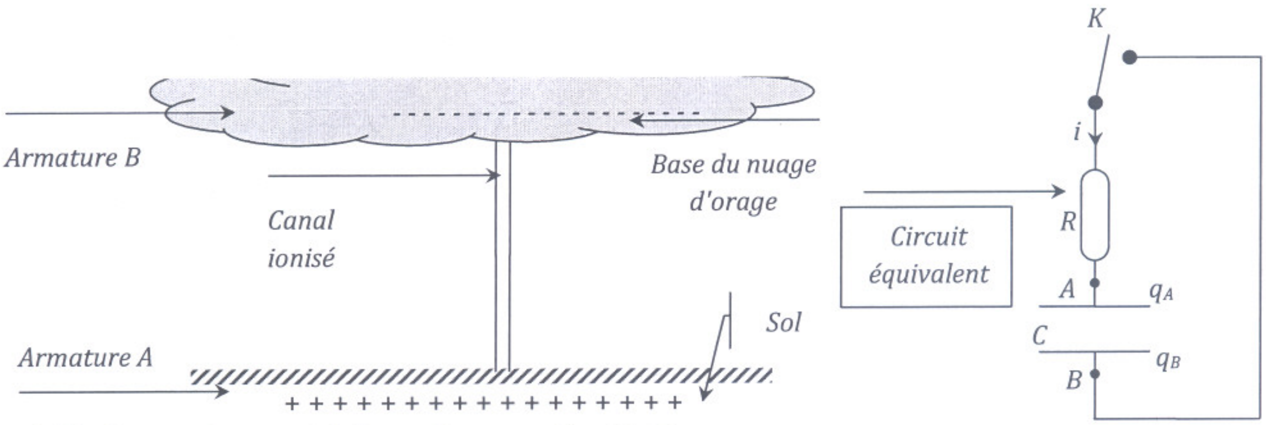
Le but de cet exercice est de déterminer la capacité C du gigantesque condensateur et la résistance R du conducteur (nuage – sol), lors de décharge.

Lors des orages, le nuage est fortement chargé électriquement. Globalement, le sommet du nuage est chargé positivement alors que sa base est négative.

La partie du nuage qui se trouve en regard avec la terre étant chargée négativement, le sol se charge positivement par influence. Il se forme ainsi un gigantesque condensateur de capacité C dont une armature est le sol (armature A positive) et l'autre la base du nuage (armature B négative).

La tension maximale entre ces armatures est alors $U_C = 10^8$ V et sa charge $Q_A = 1$ C.

L'isolant entre les deux armatures est l'air ; dans certaines conditions, il devient localement conducteur de résistance R. Il s'établit alors un canal ionisé entre le sol et le nuage dans lequel une ou plusieurs décharges se produisent. Ces décharges constituent la foudre.

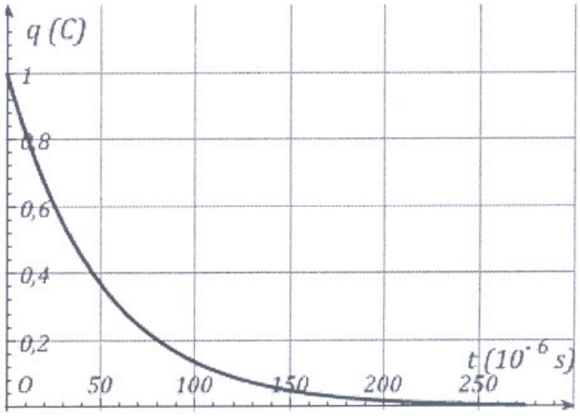


1. *Vérifier que la capacité du condensateur $C = 10$ nF.*
2. a. *Etablir l'équation différentielle de la charge électrique q_A durant la phase de décharge du condensateur.*

   b. *La solution de cette équation s'écrit sous forme: $q_A = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$, où A et τ sont deux constantes positives. Déterminer A et τ en fonction de Q_A, R et C.*

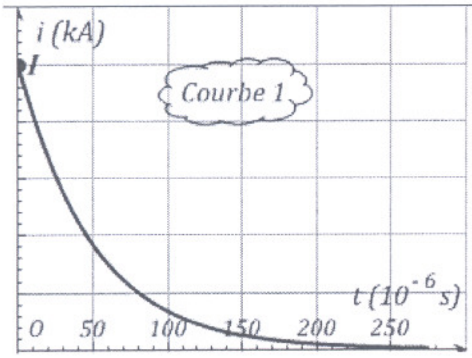
   c. *La courbe ci-contre représente l'évolution de la charge q_A en fonction de t.*
   A la date $t = \tau$, la charge q_A atteint 37% de sa valeur maximale. Déduire graphiquement la valeur de τ.

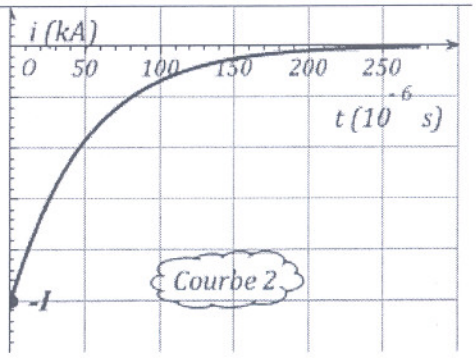
   d. *Calculer la valeur de R quand la foudre se déclenche.*



3. a. *Déterminer l'intensité maximale du courant I en kiloampères (kA).*

   b. *Choisir parmi les courbes suivantes celle qui correspond à i(t). Justifier.*





Troisième exercice

La Radioactivité Artificielle

En 1934, Irène et Frédéric Joliot- Curie ont découvert la radioactivité artificielle en bombardant des noyaux d'aluminium par des particules α ($^{4}_{2}He$). Il se forme alors du phosphore radioactif ($^{30}_{15}P$) selon l'équation :

$$^{4}_{2}He + ^{27}_{13}A\ell \rightarrow ^{30}_{15}P + ^{b}_{a}X$$

1. a. Identifier la particule X émise, tout en précisant les lois de conservation utilisées.
   b. S'agit-il d'une réaction nucléaire spontanée eu provoquée ?

2. Le phosphore ($^{30}_{15}P$) se désintègre à son tour en silicium Si avec émission d'une particule β^+ ($^{0}_{+1}e$) selon l'équation :

$$^{30}_{15}P \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{0}_{1}e + \ldots .$$

   a. Compléter la réaction nucléaire ci-dessous.
   b. En se référant aux nombres de neutrons et de protons des noyaux de phosphore et de silicium, montrer que cette particule β^+ résulte de la transformation dans le noyau d'un proton en un neutron. Ecrire l'équation correspondante.

3. Sachant que le défaut de masse du noyau ($^{30}_{15}P$) est $\Delta m = 0{,}2617u$ et que l'énergie de liaison du noyau ($^{30}_{14}Si$) est $E_\ell = 248{,}91$ MeV :
   a. Calculer en MeV, l'énergie de liaison du noyau ($^{30}_{15}P$).
   b. Peut-on s'appuyer, dans ce cas particulier, sur les énergies de liaison pour comparer les stabilités des noyaux ($^{30}_{15}P$) et ($^{30}_{14}Si$)? Pourquoi ?
   c. Comparer les stabilités de ces deux noyaux.

On donne :

particule	proton	neutron	électron	positon (β^+)
symbole	$^{1}_{1}p$	$^{1}_{0}n$	$^{0}_{-1}e$	$^{0}_{+1}e$

- $1u = 1.66.10^{-27}$ kg ;
- 1 MeV $= 1.6.10^{-13}$ J
- la célérité de la lumière : $c = 3.10^{8}$ m. s^{-1}.

اللجنة الفاحصة

بيروت في ٤ تشرين الأول ٢٠١٠

مجلس الخدمة المدنية
اللجنة الفاحصة

مباراة لوظيفة امين صندوق في بلدية حلبا

المدة: ساعتان

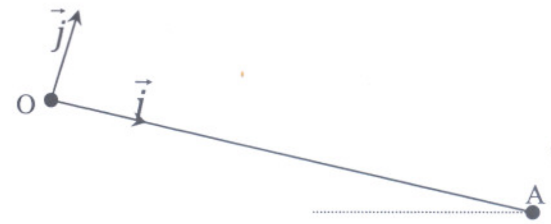
دائرة المباريات
مسابقة في الفيزياء

First exercise

Verification of Newton's second law

A skier (S) of mass M = 80 kg with his equipment slides down along a line of greatest slope of an inclined plane making an angle α ($\sin\alpha = 0.1$) with the horizontal plane.

The skier (S) starts sliding at the top of the track at level O at $t_0 = 0$, with speed $v_O = 15$ m/s. Its speed $v_A = 18$ m/s becomes at level A after covering OA = d = 100 m.



- The horizontal plane passing by O is the ground level of the gravitational potential energy.
- We choose a Galilean frame of reference related to the axis $(O;\ \vec{i},\vec{j})$ such as:
  $(O;\vec{i})$ is parallel to the inclined plane and directed downwards,
  $(O;\vec{j})$ is perpendicular to the inclined plane and directed upwards.

I. <u>Principle of conservation of energy</u>

1. Calculate the mechanical energy of the system (skier, track, Earth) respectively at the two levels O and A.
2. The internal energy U of the system (skier, track, Ground) increases.
   a. What is the cause of this variation?
   b. Calculate its value.
   c. Snow is absorbed 90% on course OA of this variation of internal energy, a quantity of mass m melts. Calculate m.
   Knowing that 1 kg of snow has to absorb of 336000 J of energy in order to melt.
3. Show that the intensity of the resistant force is: $f = 38.8$N.

II. <u>Duration of the descent</u>

The motion of the skier (S) during the descent from O towards A on the track is uniformly accelerated rectilinear motion (U. A. R. M).

1. Determine the acceleration a of the skier (S).
2. Show that the duration of the descent is: $\Delta t = 6.06$ s.

III. <u>Linear momentum</u>

1. Determine the variation $\Delta\vec{P}$ of the linear momentum of the skier (S).
2. Can we say that the linear momentum of the skier (S) is conserved? Justify.

IV. <u>Newton's second law</u>

1. Name the forces acting on the skier (S) during its motion.
2. Show that the resultant $\Sigma\vec{F}_{ext}$ of these forces may be written as $\Sigma\vec{F}_{ext} = (M\,g\sin\alpha - f)\,\vec{i}$.
3. Assuming that Δt is small, show that Newton's second law $\Delta\vec{P} = (\Sigma\vec{F}_{ext}).\Delta t$ is verified.

Second exercise

Mechanism of lightning related to the discharge of a capacitor

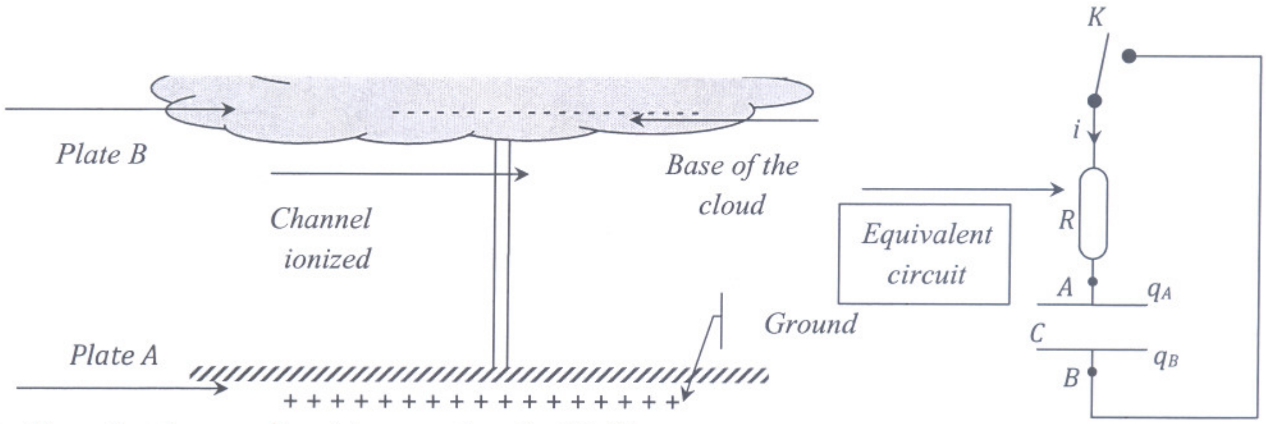
The purpose of this exercise is to determine the capacity C of the gigantic capacitor and resistor R (cloud – ground), during discharge.

At the time of the storms, the cloud is strongly electrically charged. All in all, the top of the cloud is positively charged whereas its base is negative.

Part of the cloud is opposite to the land being negatively charged, the ground becomes positively charged by induction. It forms a giant capacitor of capacitance C which is the soil reinforcement (positive reinforcement A) and the other cloud base (negative reinforcement B).

The maximum voltage between these plates is then $U_C = 100$ MV $= 10^8$ V and its electric charge $Q_A = 1$ C.

The insulation between the plates is air, and in some circumstances, it becomes locally conductive resistance R. It then establishes an ionized channel between the ground and the cloud in which one or several discharges occur. These are lightning discharges.

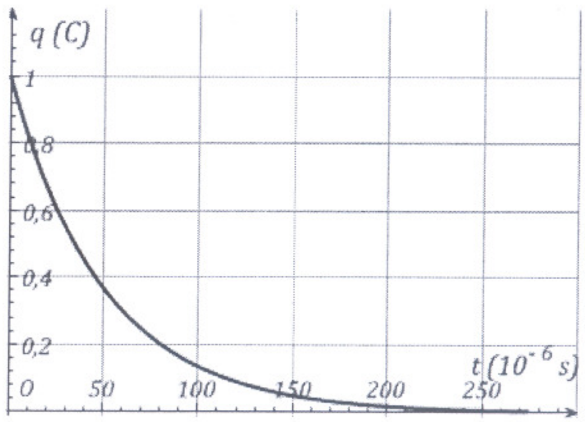


1. *Show that the capacity of the capacitor C =10 nF.*
2. a. *Derive the differential equation of the electric charge Q_A in the phase of discharge of capacitor.*

   b. *The solution of this equation is written in form: $q_A = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$, where A and τ are two positive constants. Determine A and τ according to Q_A, R and C.*

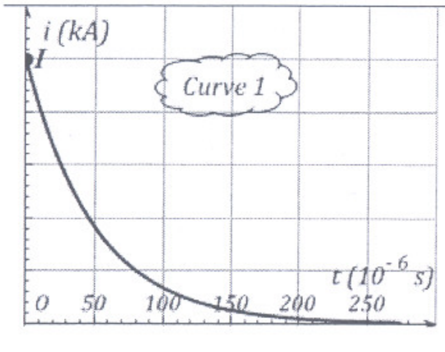
   c. *The adjacent curve represents the evolution of the electric charge Q_A according to t. At time $t = \tau$, the electric charge Q_A reached to 37% of its maximum value. Deduce graphically the value of τ, attention of the unit.*

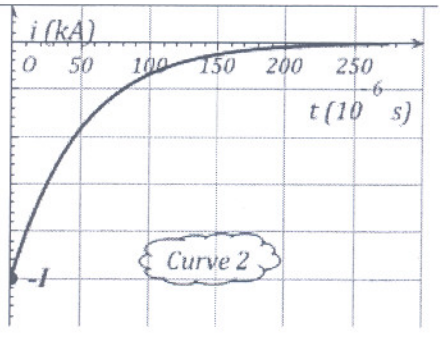
   d. *Calculate the value of R when the lightning starts.*



3. a. *Determine the maximum intensity of current I in kiloamperes (kA).*

   b. *Choose from the following curves the one which corresponds to i(t). Justify.*





Third exercise

Artificial Radioactivity

In 1934, Irene and Frederic Joliot- Curie discovered the artificial radioactivity by bombarding aluminum cores by particles α (${}^{4}_{2}He$). Then radioactive phosphorus (${}^{30}_{15}P$) is formed according to the equation:

$${}^{4}_{2}He + {}^{27}_{13}A\ell \rightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{b}_{a}X$$

1. a. Identify emitted particle X, while specifying the laws of conservation used.
   b. Is it a spontaneous nuclear reaction?

2. Phosphorus (${}^{30}_{15}P$) decays into silicon (*Si*) with emission of a particle β^{+} (${}^{0}_{+1}e$) according to the equation:

$${}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e + \ldots.$$

   a. Complete the above equation.
   b. Referring to the numbers of neutrons and protons, the nuclei of phosphorus and silicon, show that the β^{+} particle resulting into the transformation of the nucleus of a proton into a neutron. Write the corresponding equation.

3. Knowing that the mass defect of the core (${}^{30}_{15}P$) is Δm = 0,2617u and that the binding energy of the core (${}^{30}_{14}Si$) is E_{ℓ}= 248,91 MeV:
   a. Calculate in MeV the binding energy of the core (${}^{30}_{15}P$).
   b. Can we rely, in this particular case, on the binding energies to compare the stabilities of the nuclei (${}^{30}_{15}P$) and (${}^{30}_{14}Si$)? Why?
   c. Compare the stabilities of these two cores.

Given:

particle	proton	neutron	electron	positron (β^{+})
symbol	${}^{1}_{1}p$	${}^{1}_{0}n$	${}^{0}_{-1}e$	${}^{0}_{+1}e$

- $1u = 1.66.10^{-27}$ kg;
- $1\ MeV = 1.6.10^{-13}$ J
- the celerity of the light: $c = 3.10^{8}$ m. s^{-1}.

اللجنة الفاحصة

بيروت في٤ تشرين الأول ٢٠١٠