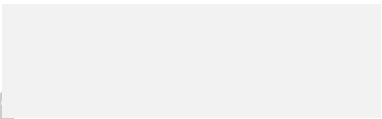




Ens. : Bréchet, Burmeister, Sauser  
MAN - Physique - MAN  
5 juillet 2018  
Durée : 180 minutes

# Student One

SCIPER : 111111

Signature : 

## Indications

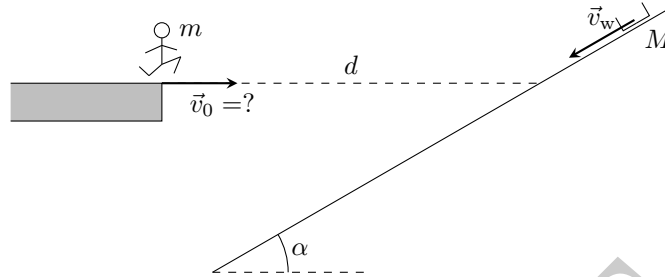
- Durée de l'examen : **Durée : 180 minutes minutes.**
- Posez votre **carte d'étudiant** sur la table.
- Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page.
- Ce document est imprimé recto-verso, il contient 28 pages.
- Ne pas séparer les feuilles.
- Laisser libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur.
- La réponse à chaque question doit être **justifiée** et rédigée **à l'encre** sur la place réservée à cet effet à la suite de la question.
- Si la place prévue pour une question ne suffit pas, vous pouvez demander des feuilles supplémentaires aux surveillants. Chaque feuille ne peut être utilisée que pour **cette seule question**. Il convient de **coller l'un des codes-barre fourni en haut de la feuille supplémentaire et l'autre, identique, en bas de la dernière page de la question.**
- Les feuilles de brouillon sont à rendre mais **ne seront pas** corrigées ; des feuilles de brouillon supplémentaires peuvent être demandées en cas de besoin auprès des surveillants.
- Aucune documentation, ni machine à calculer ne sont autorisées.
- Veuillez **signer** votre examen.



Question 1 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

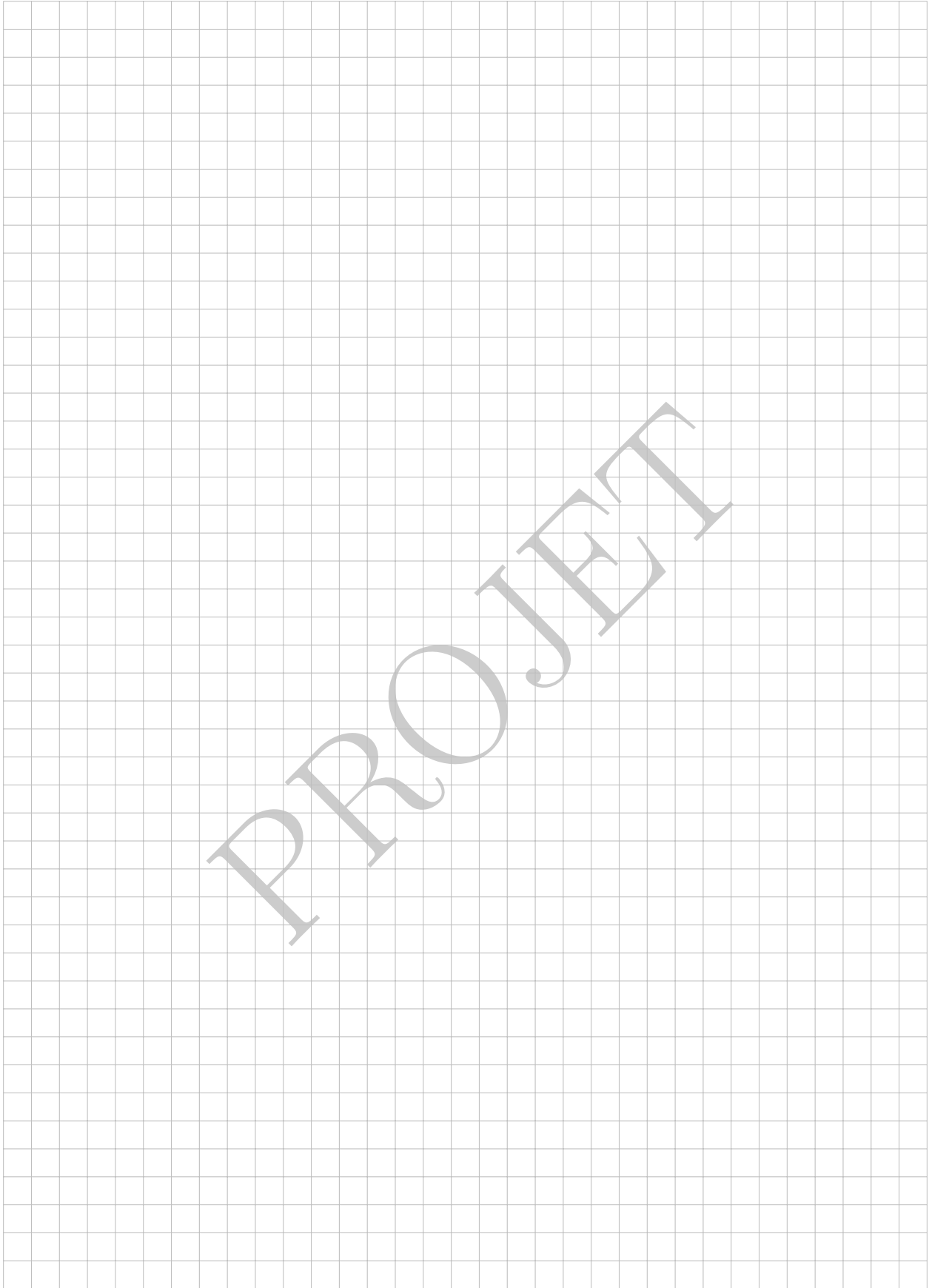
Un wagon de masse  $M$  descend à vitesse constante  $\vec{v}_w$  une pente inclinée d'un angle  $\alpha = \frac{\pi}{6}$ . A l'instant où le wagon passe à la hauteur d'un cascadeur de masse  $m$ , celui-ci s'élance dans le vide avec une vitesse horizontale. Il se trouve alors à une distance  $d$  du wagon telle que  $gd = \sqrt{3}v_w^2$ .



Déterminer la vitesse de saut  $\vec{v}_0$  du cascadeur de sorte à ce qu'il tombe dans le wagon.

PROJET





Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

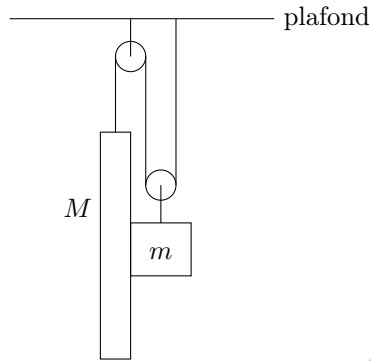




Question 2 : Cette question est notée sur 8 points.

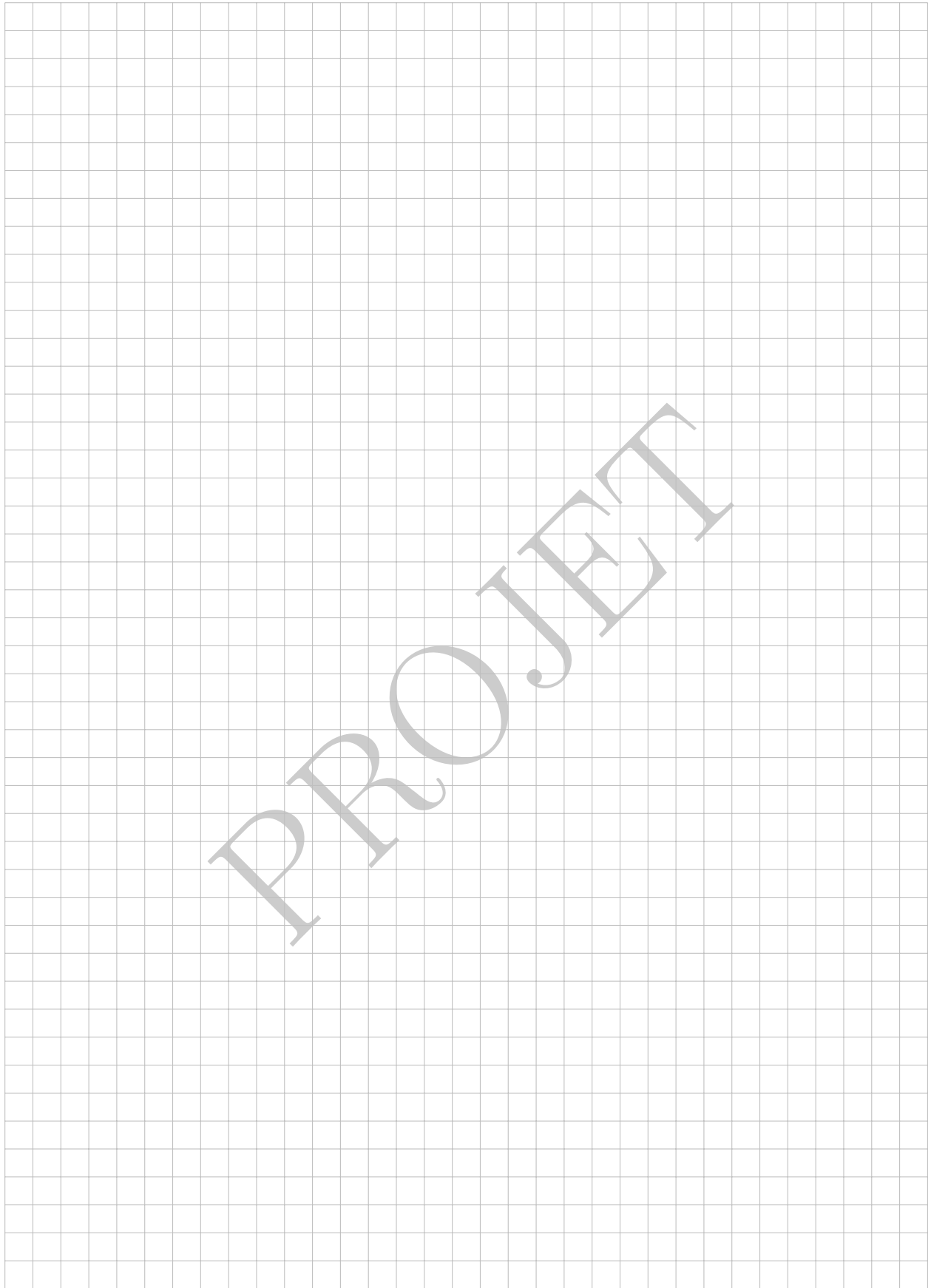
<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

Un bloc de masse  $M$  est suspendu à un fil (sans masse et inextensible). Ce fil passe sur une petite poulie fixée à un plafond et sur une seconde poulie retenant un deuxième bloc, de masse  $m < M$ , comme illustré par le dessin. Les poulies sont de masse négligeable.



Connaissant la norme  $f$  du frottement entre les deux blocs, déterminer l'accélération du bloc de masse  $m$ .





Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

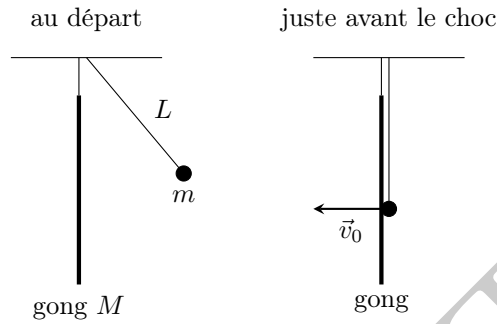




Question 3 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

Une petite boule de masse  $m = 1 \text{ kg}$  est suspendue à un fil de longueur  $L = 0.9 \text{ m}$  fixé à un plafond. Elle est lâchée (sans vitesse initiale) depuis une position où le fil, tendu, n'est pas vertical et vient frapper horizontalement un gong (plaque métallique) de masse  $M = 8 \text{ kg}$  avec une vitesse de norme  $v_0 = 3 \text{ m s}^{-1}$ . Sous l'effet du choc, le gong acquiert une vitesse de norme  $V = 0.5 \text{ m s}^{-1}$ . On admettra  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ .

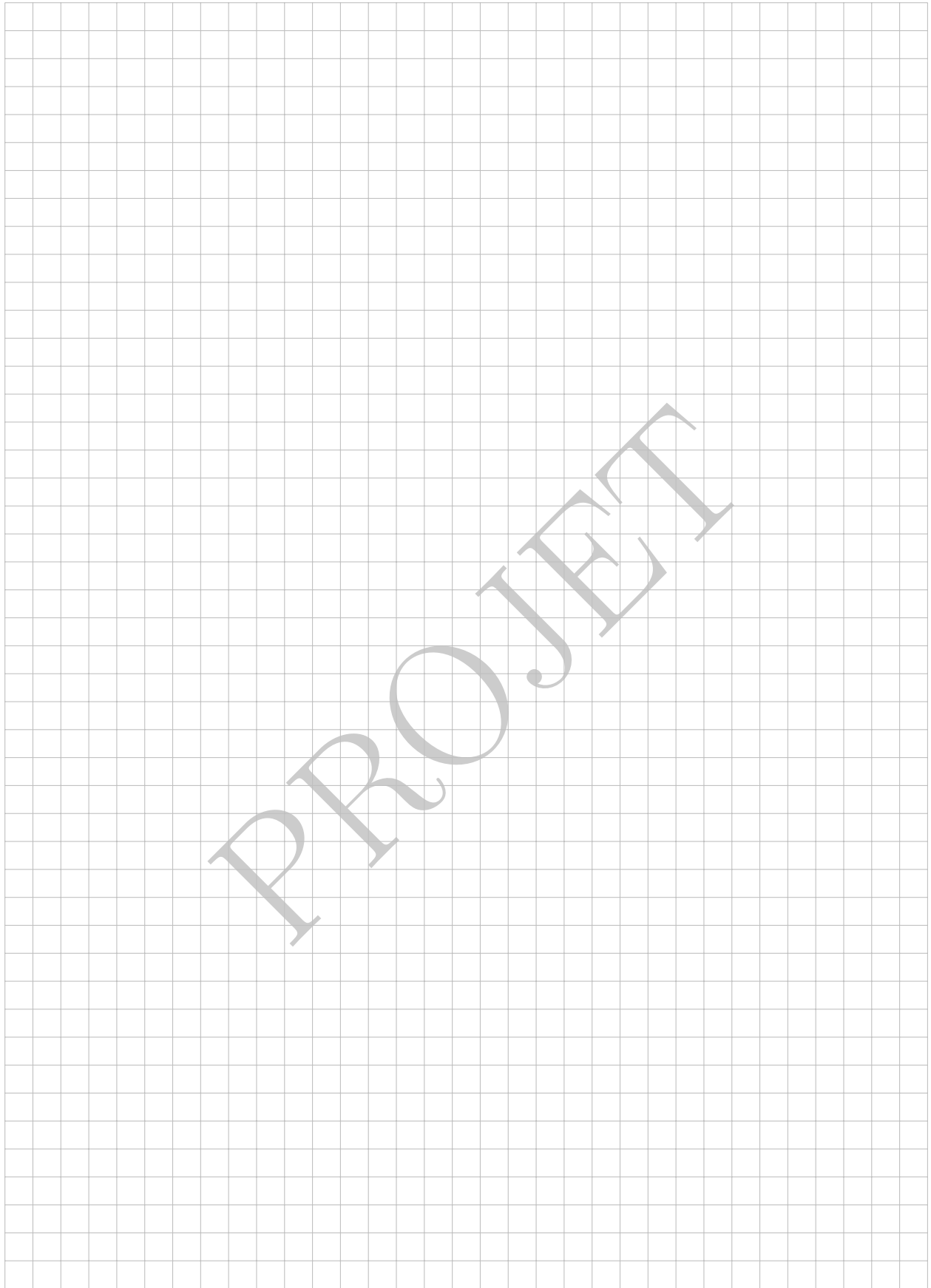
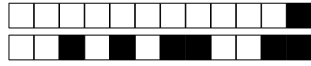


1. Quel a été l'angle entre le fil et la verticale à l'instant du départ de la boule?
2. Déterminer la vitesse de la boule juste après le choc.
3. Déterminer l'énergie mécanique dissipée (ou libérée) par le coup de gong.

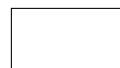




PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.



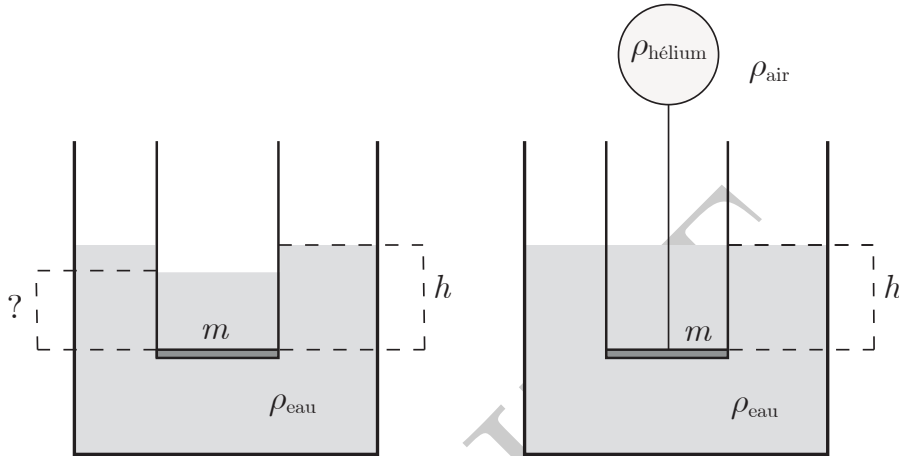


Question 4 : Cette question est notée sur 7 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> Réservé au correcteur

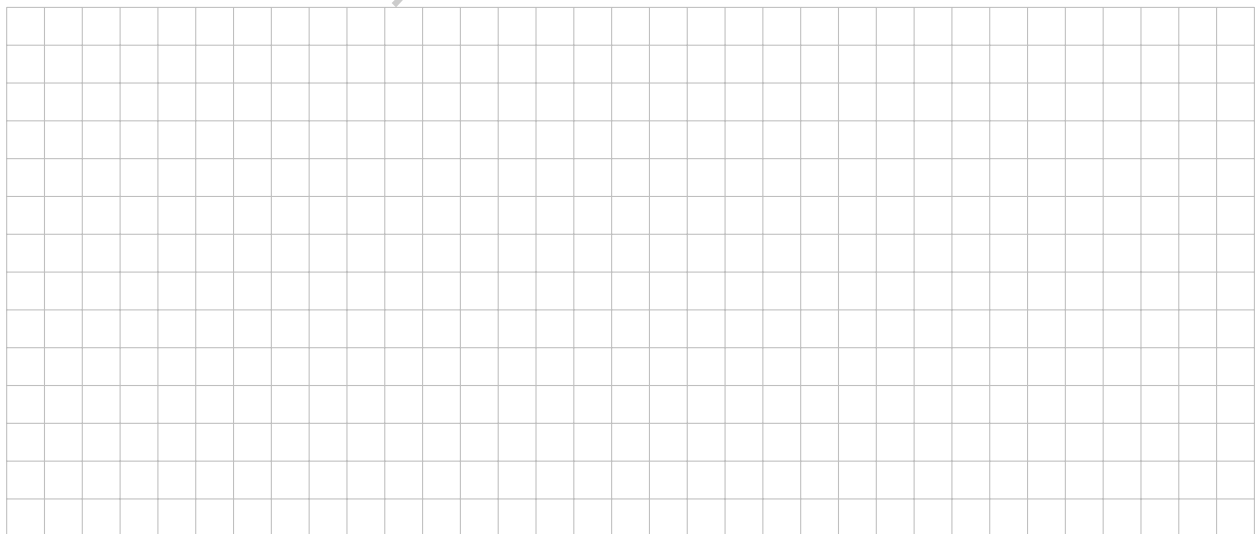
Un tube cylindrique est obstrué inférieurement par un disque, de masse  $m$  et de surface  $S$ , retenu par un fil. Le tout est immergé dans un bac d'eau à une hauteur  $h$  de sorte que le fil peut être coupé : le disque reste plaqué contre le tube (voir figure de gauche).

On note  $\rho_{\text{eau}}$  la masse volumique de l'eau et  $\rho_{\text{air}}$  celle de l'air. L'épaisseur du tube est négligeable.



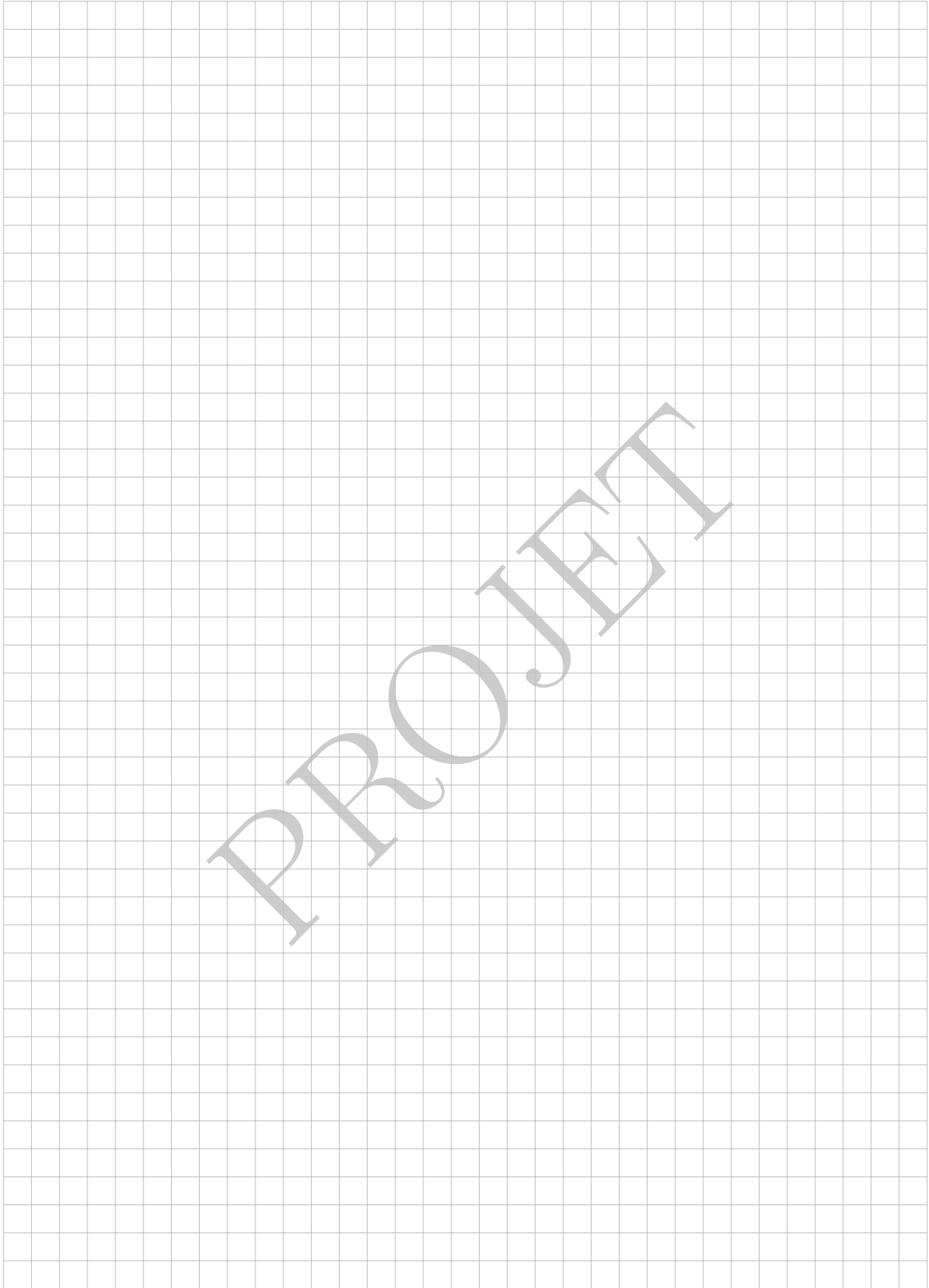
1. Dans un premier temps, on verse de l'eau dans le tube. Lorsque l'eau atteint une certaine hauteur, on constate que le disque s'enfonce dans le bac d'eau. Déterminer cette hauteur.
2. Dans un deuxième temps, on attache un ballon rempli d'hélium de masse volumique  $\rho_{\text{hélium}}$  à la surface supérieure du disque à l'aide d'une ficelle. On verse ensuite de l'eau dans le tube jusqu'à ce que la hauteur d'eau dans le tube soit égale à la hauteur  $h$ .

On suppose que les poids du ballon et de la ficelle sont négligeables par rapport au poids du disque. Déterminer le volume minimal  $V$  d'hélium dans le ballon pour que le disque reste plaqué contre le tube.





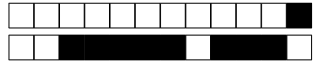
PROJET



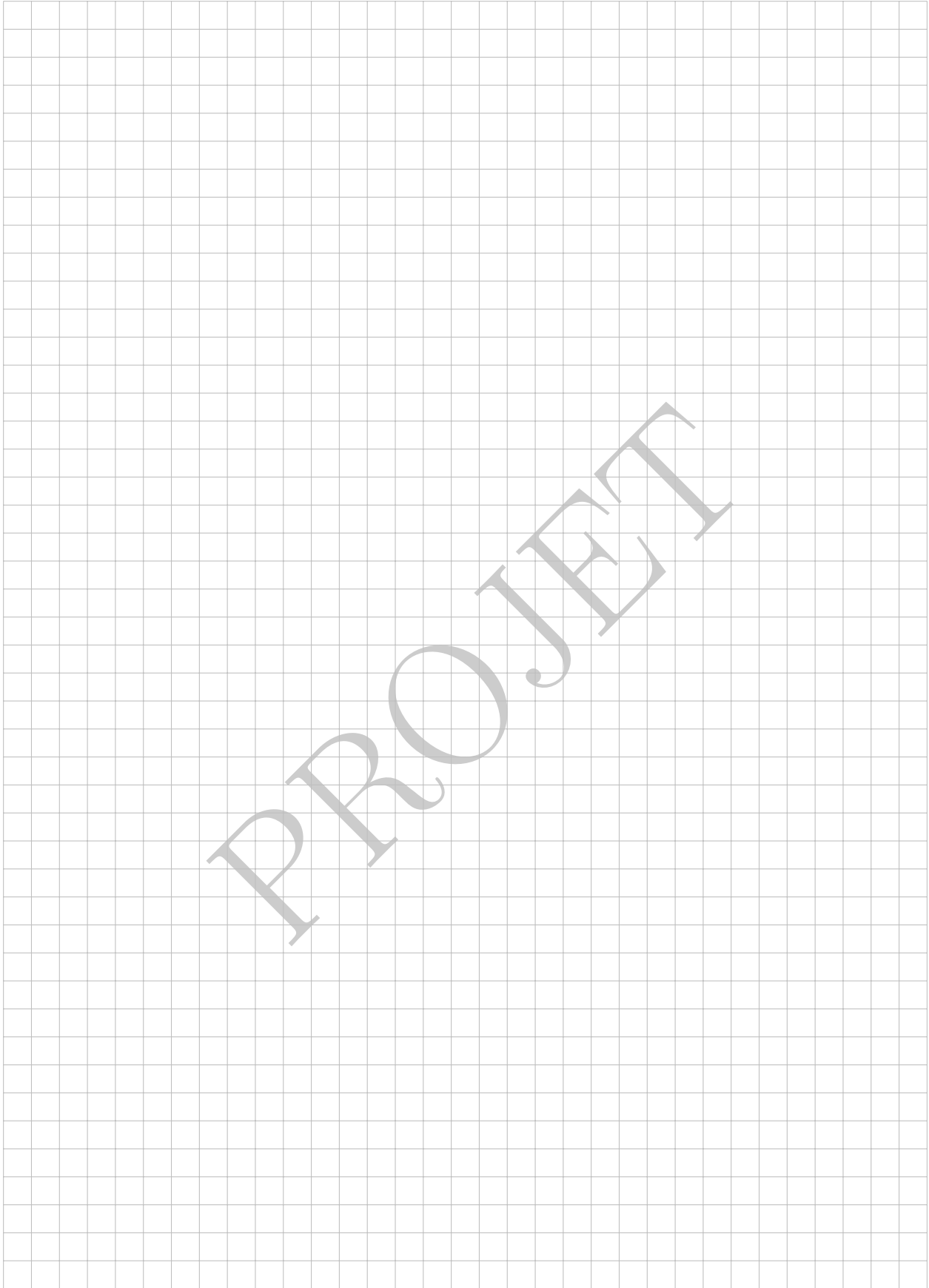
Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.







PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.







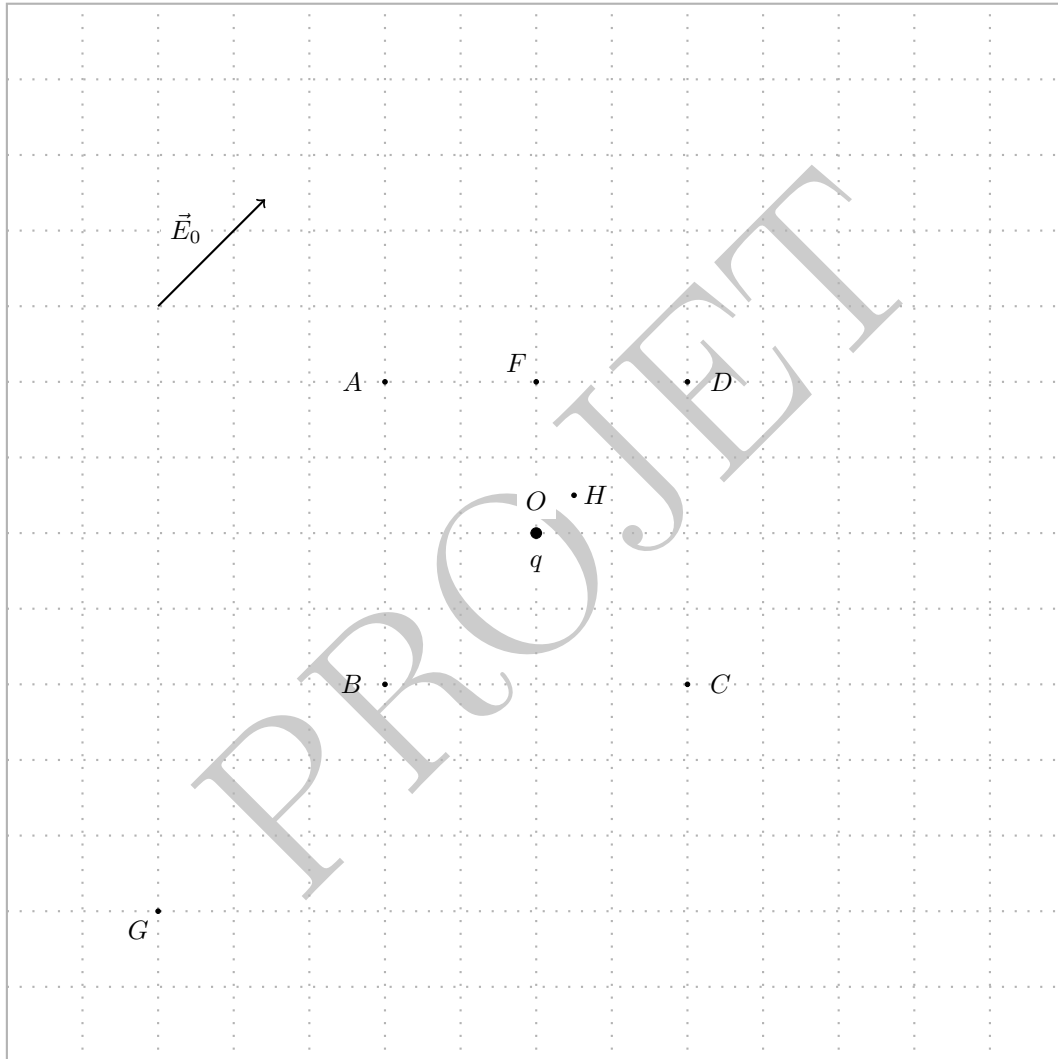
Question 6 : Cette question est notée sur 9 points.

\_0 \_1 \_2 \_3 \_4 \_5 \_6 \_7 \_8 \_9

Réservé au correcteur

Le cadre ci-dessous délimite une région de l'espace dans laquelle règne un champ électrique uniforme  $\vec{E}_0$ . Dans cette région, on fixe une charge électrique ponctuelle  $q$ ,  $q > 0$ , au centre  $O$  d'un carré  $ABCD$  de diagonale  $BD$  parallèle à  $\vec{E}_0$ .

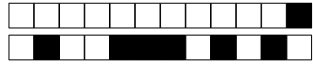
L'intensité du champ électrique que produit la charge  $q$  en  $F$ , point milieu du côté  $AD$ , est égale à  $E_0 = \|\vec{E}_0\|$ .



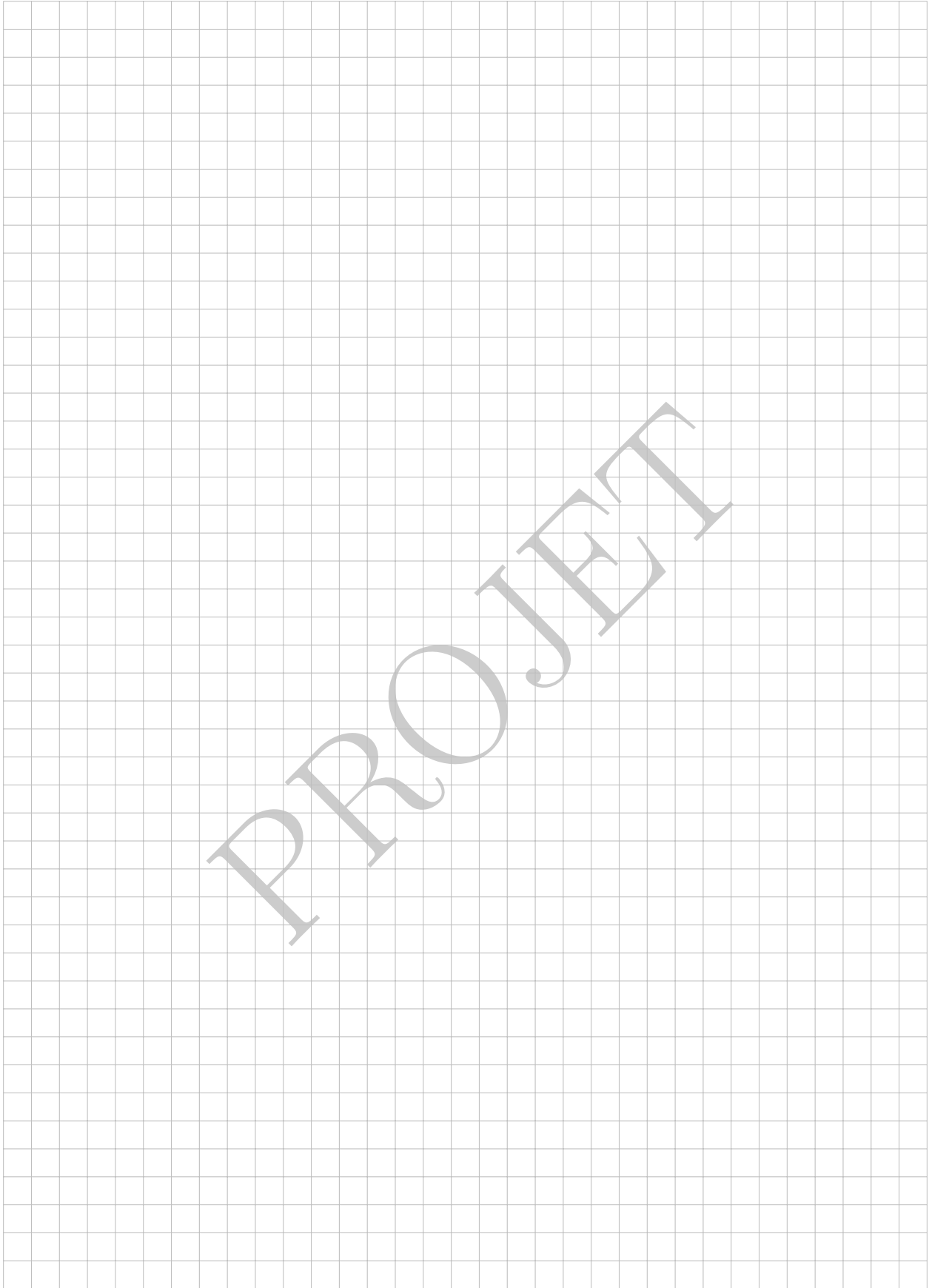
1. Exprimer la norme du vecteur champ électrique résultant au point  $D$  en fonction de l'intensité  $E_0$ .
2. Représenter graphiquement avec précision le vecteur champ électrique résultant aux points  $A$  et  $C$ .
3. Tracer suffisamment de lignes de champ pour avoir l'allure du champ électrique résultant dans la région délimitée par le cadre.
4. Esquisser le plus précisément possible les équipotentielles passant par les points  $A$ ,  $G$  et  $H$ .



PROJET



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





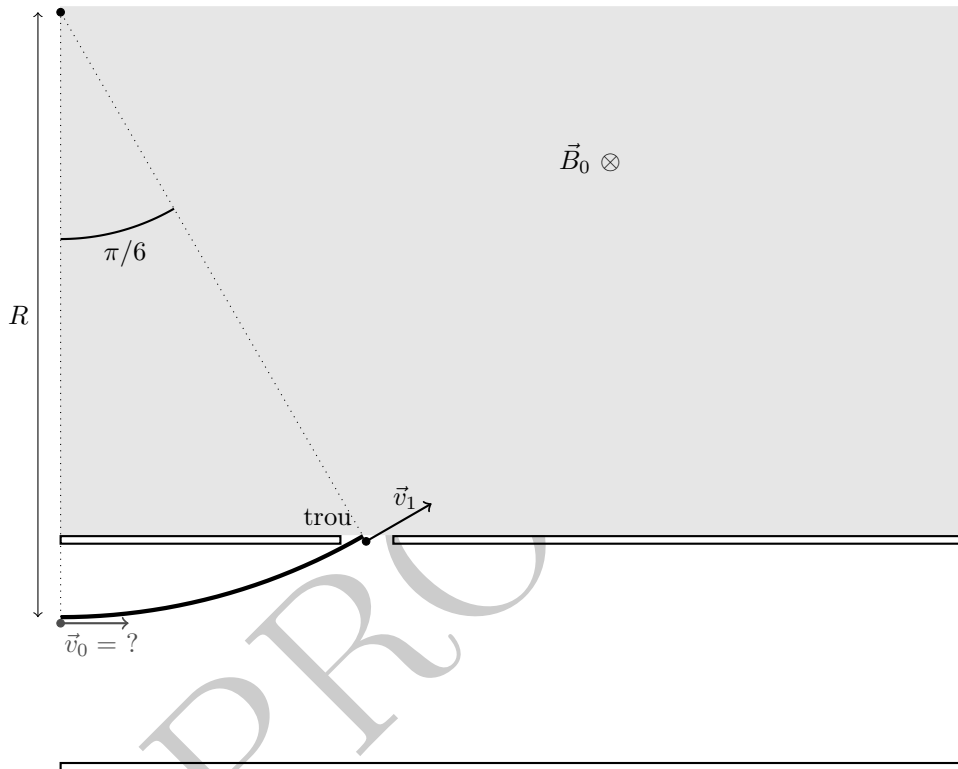
Question 7 : Cette question est notée sur 9 points.

<sub>0</sub>
<sub>1</sub>
<sub>2</sub>
<sub>3</sub>
<sub>4</sub>
<sub>5</sub>
<sub>6</sub>
<sub>7</sub>
<sub>8</sub>
<sub>9</sub>
Réservé au correcteur

Une petite bille chargée positivement (charge  $q > 0$  et masse  $m$ ) suit un rail en arc de cercle de rayon  $R$  et d'angle au centre  $\pi/6$ . Ce rail se trouve dans un condensateur plan, d'armatures horizontales, dans lequel règne un champ électrique uniforme d'intensité  $E_0$  permettant de plaquer la bille sur le rail.

Quittant le rail avec une vitesse  $\vec{v}_1$ , la bille entre dans une région (représentée en gris sur la figure ci-dessous) dans laquelle règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_0$  horizontal entrant.

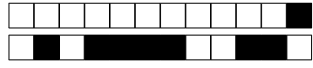
Dans ce problème, le poids et les frottements sont supposés négligeables.



1. Indiquer sur le dessin ci-dessus la direction et le sens du champ électrique  $\vec{E}_0$ .
2. Déterminer la condition que doit satisfaire la norme de  $\vec{v}_1$  pour que la bille soit plaquée sur le rail juste avant d'atteindre son extrémité.
3. Déterminer la norme de la vitesse horizontale de la bille sur le rail lorsqu'elle pénètre dans le condensateur.
4. Esquisser la trajectoire de la bille dans la région où règne le champ magnétique  $\vec{B}_0$ . Donner la nature précise de cette trajectoire (ligne droite, parabole, hyperbole, etc) en justifiant votre réponse.



PROJET

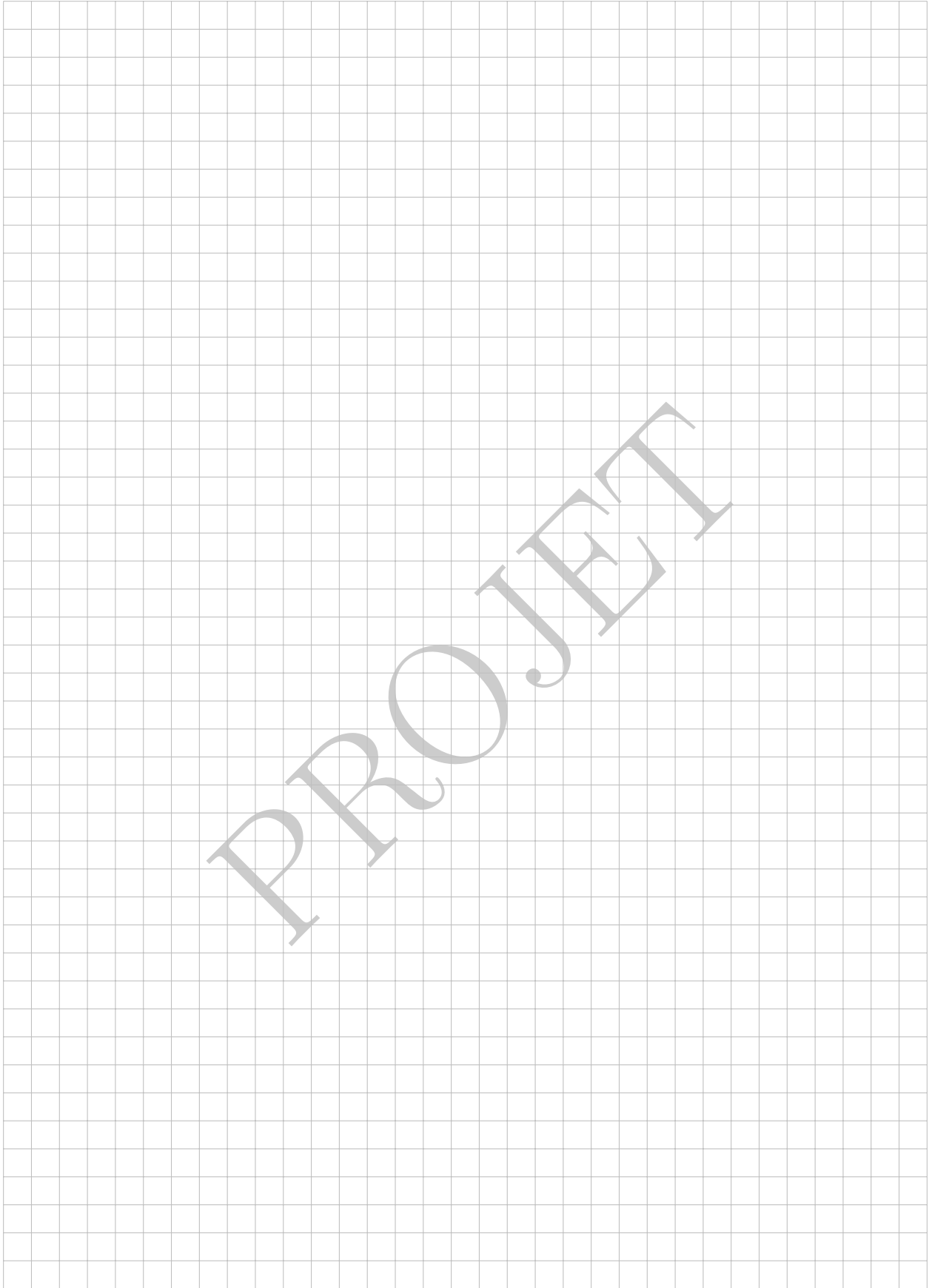


PROJET



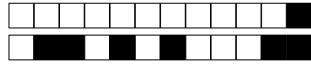
PROJET





Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

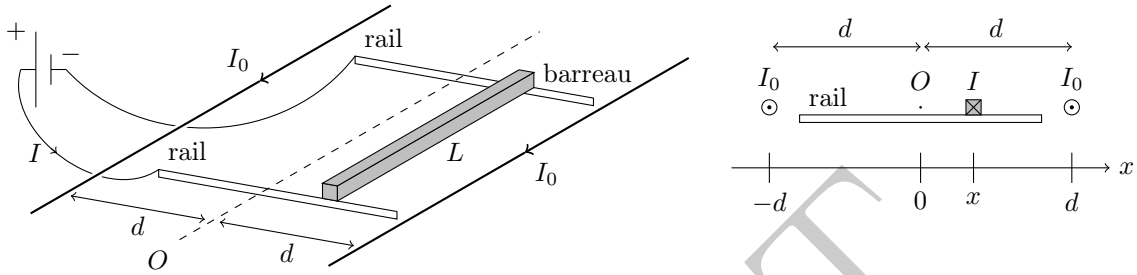




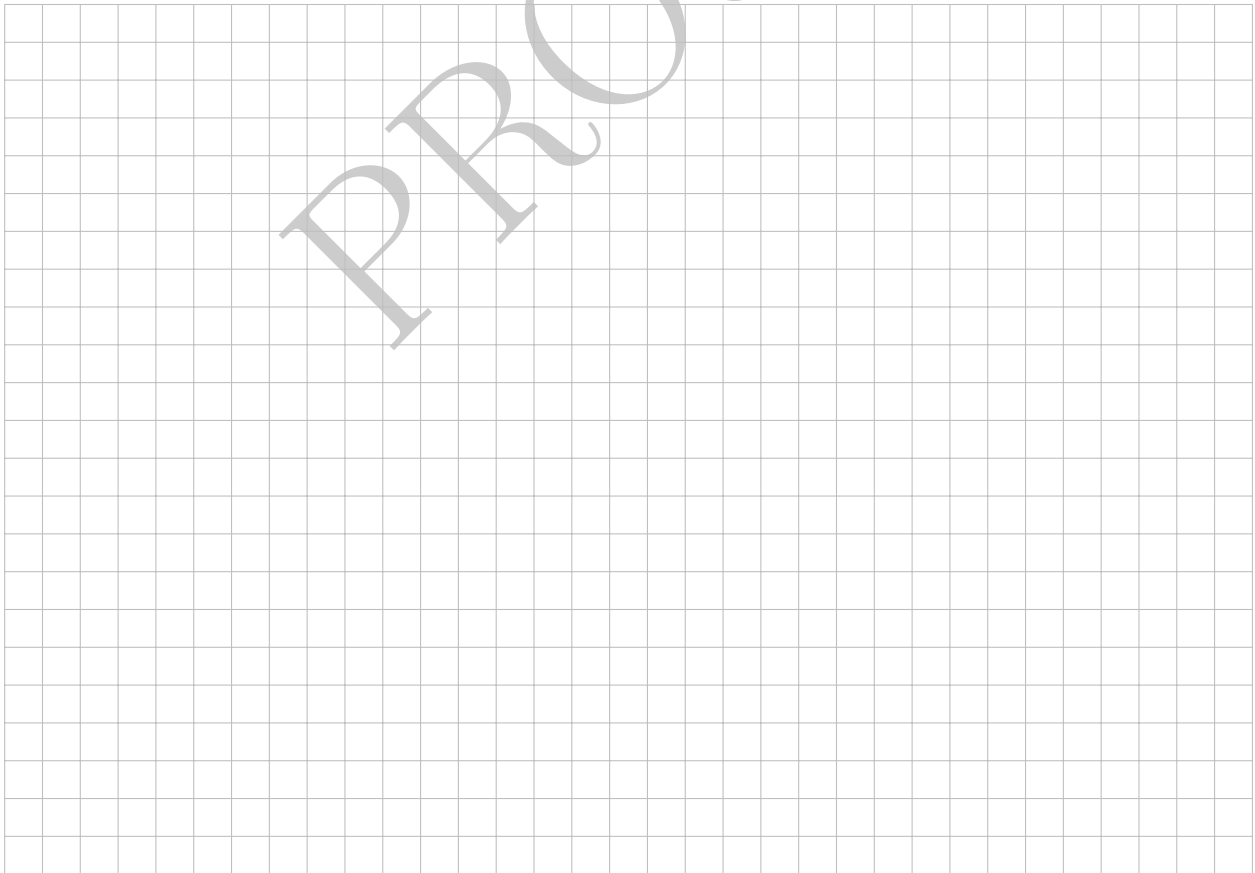
Question 8 : Cette question est notée sur 7 points.

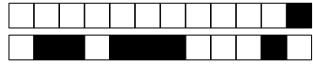
<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> Réservé au correcteur

Deux fils rectilignes parallèles sont fixés sur une table à une distance  $2d$  l'un de l'autre. Ils sont parcourus par un même courant  $I_0$ . On note  $O$  la droite parallèle aux fils située à équidistance entre les fils. Entre les deux fils, un barreau conducteur de longueur  $L$  et de masse  $m$  peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles, connectés à un générateur engendrant dans le barreau un courant  $I$  opposé à  $I_0$ . A tout moment, le barreau reste parallèle aux fils rectilignes. Tout phénomène d'induction magnétique est négligeable.

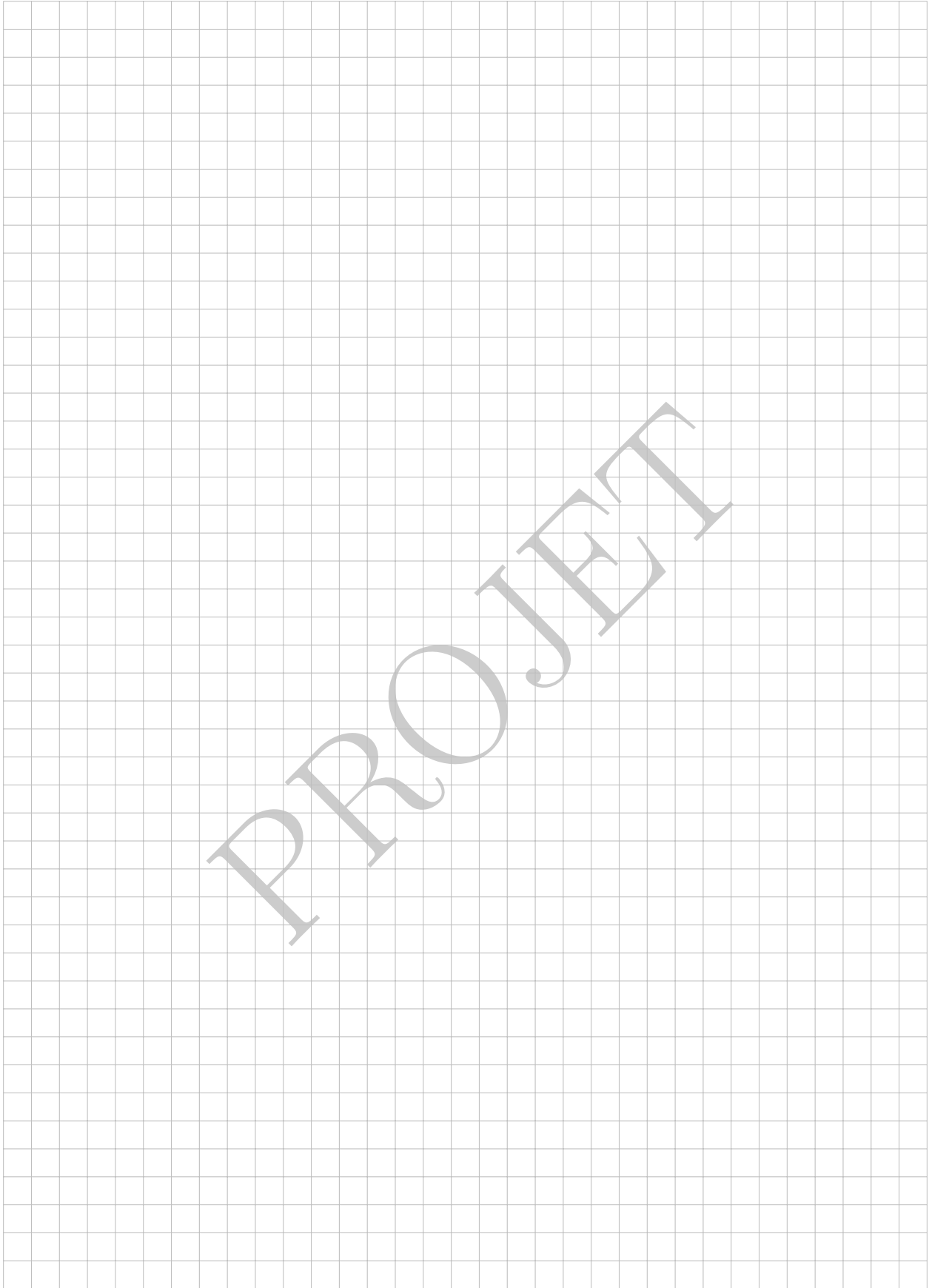


- Déterminer toutes les forces (direction, sens et norme) exercées sur le barreau lorsqu'il se trouve à la distance  $x$  de la droite  $O$ .  
Pour rappel, l'intensité du champ magnétique à une distance  $r$  d'un fil rectiligne parcouru par un courant  $I_{fil}$  vaut  $B = \frac{\mu_0 I_{fil}}{2\pi r}$ .
- En admettant qu'à tout instant  $t$  on a  $x(t) \ll d$ , donner la période de l'oscillation du barreau autour de la droite  $O$ .





PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





Ens. : Bréchet, Burmeister, Sauser  
MAN - Physique - MAN  
5 juillet 2018  
Durée : 180 minutes

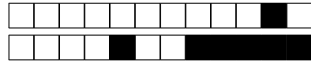
# Student Two

SCIPER : **222222**

Signature : 

## Indications

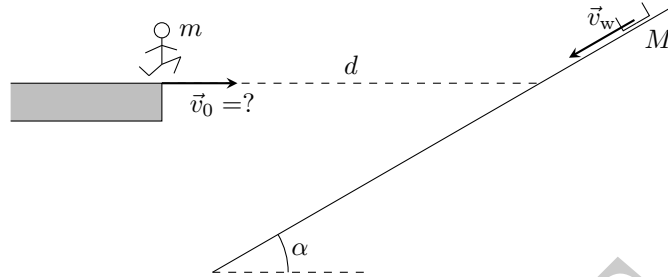
- Durée de l'examen : **Durée : 180 minutes minutes.**
- Posez votre **carte d'étudiant** sur la table.
- Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page.
- Ce document est imprimé recto-verso, il contient 28 pages.
- Ne pas séparer les feuilles.
- Laisser libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur.
- La réponse à chaque question doit être **justifiée** et rédigée **à l'encre** sur la place réservée à cet effet à la suite de la question.
- Si la place prévue pour une question ne suffit pas, vous pouvez demander des feuilles supplémentaires aux surveillants. Chaque feuille ne peut être utilisée que pour **cette seule question**. Il convient de **coller l'un des codes-barre fourni en haut de la feuille supplémentaire et l'autre, identique, en bas de la dernière page de la question.**
- Les feuilles de brouillon sont à rendre mais **ne seront pas** corrigées ; des feuilles de brouillon supplémentaires peuvent être demandées en cas de besoin auprès des surveillants.
- Aucune documentation, ni machine à calculer ne sont autorisées.
- Veuillez **signer** votre examen.



Question 1 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

Un wagon de masse  $M$  descend à vitesse constante  $\vec{v}_w$  une pente inclinée d'un angle  $\alpha = \frac{\pi}{6}$ . A l'instant où le wagon passe à la hauteur d'un cascadeur de masse  $m$ , celui-ci s'élance dans le vide avec une vitesse horizontale. Il se trouve alors à une distance  $d$  du wagon telle que  $gd = \sqrt{3}v_w^2$ .

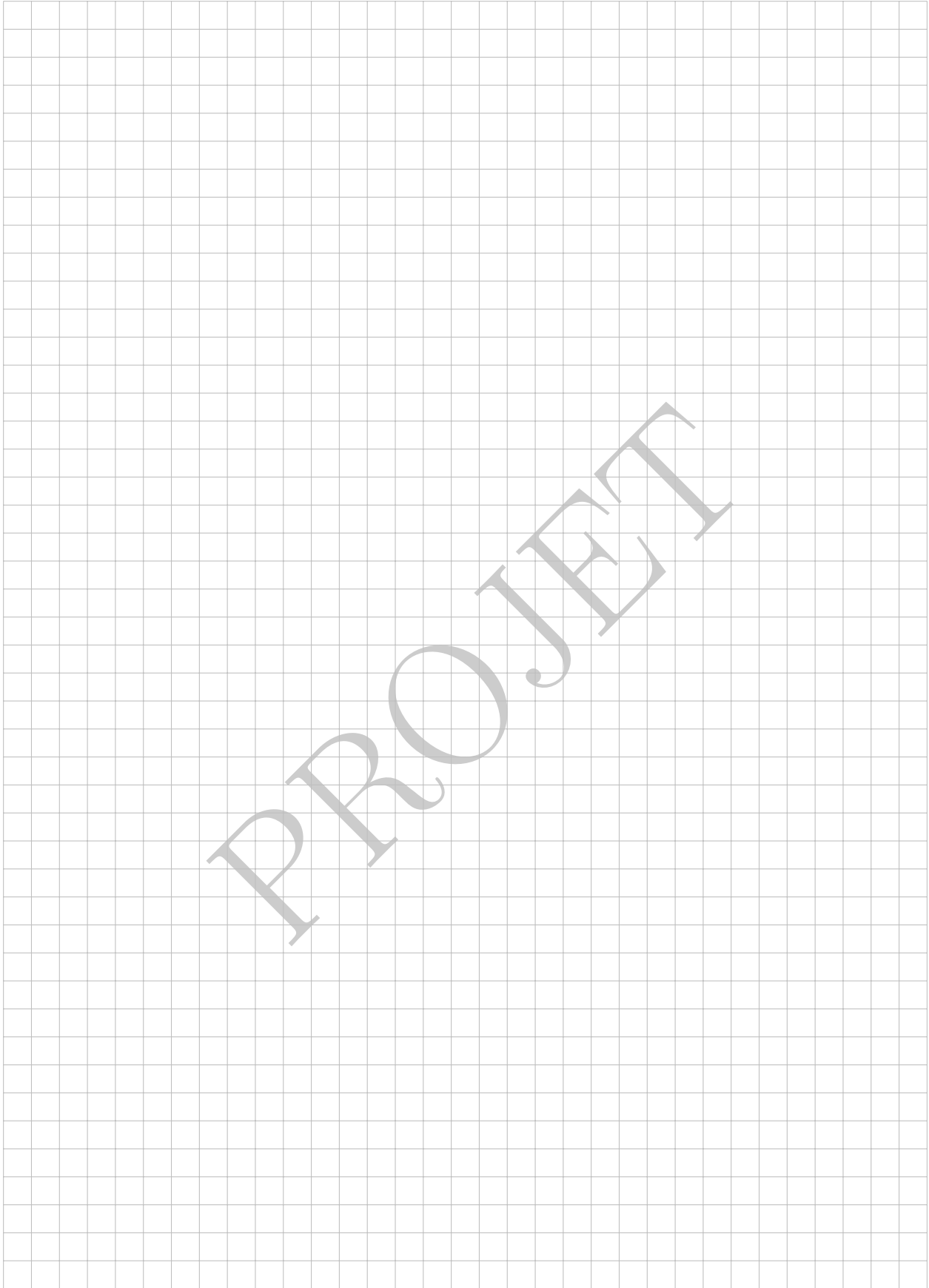


Déterminer la vitesse de saut  $\vec{v}_0$  du cascadeur de sorte à ce qu'il tombe dans le wagon.

PROJET



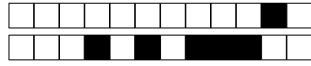
PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.



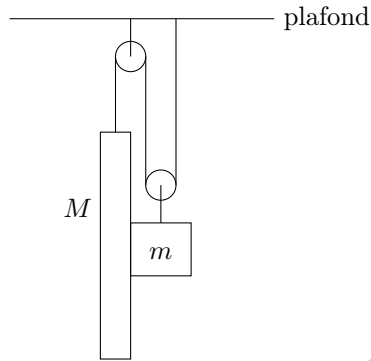




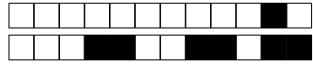
Question 2 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

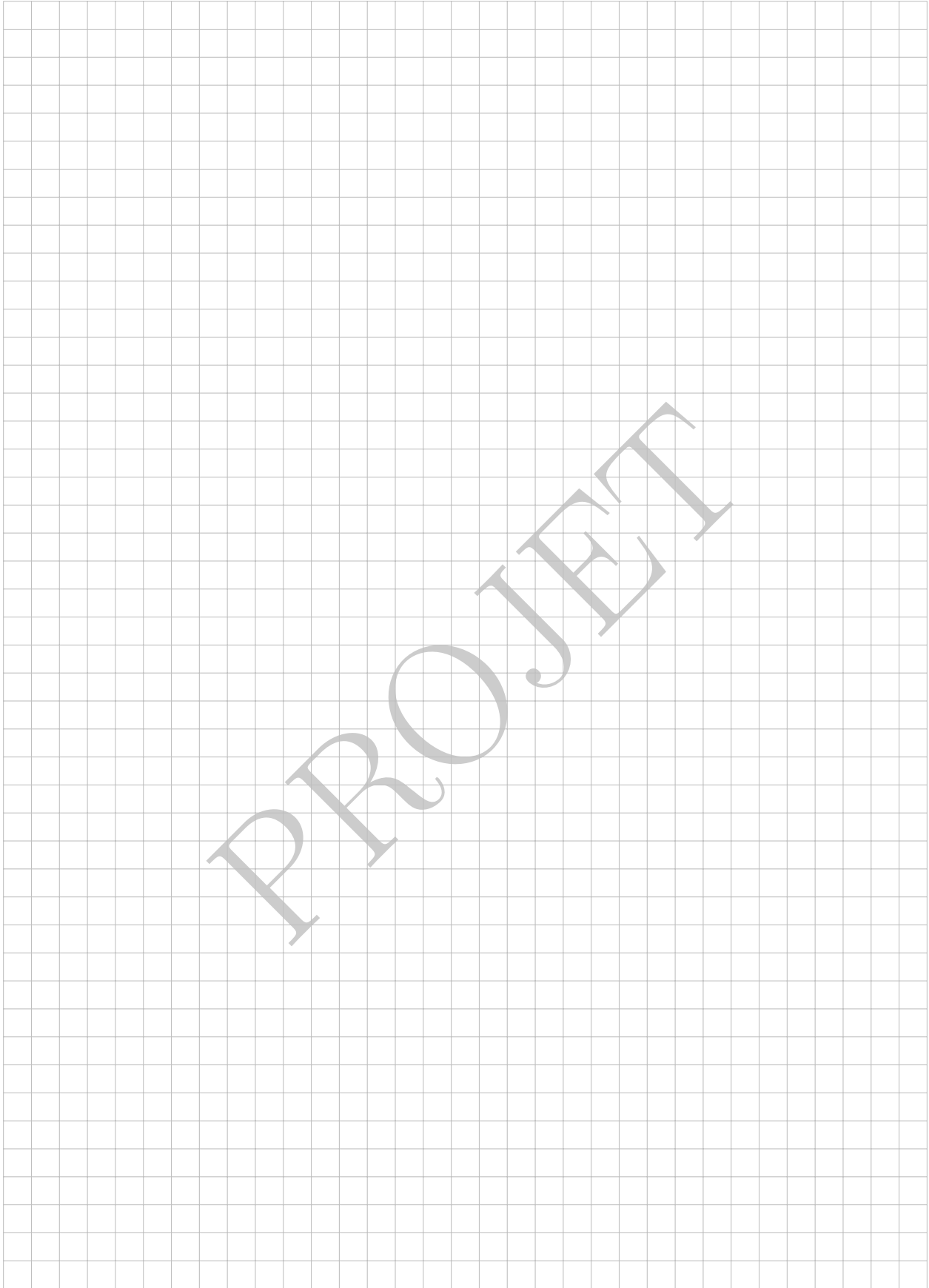
Un bloc de masse  $M$  est suspendu à un fil (sans masse et inextensible). Ce fil passe sur une petite poulie fixée à un plafond et sur une seconde poulie retenant un deuxième bloc, de masse  $m < M$ , comme illustré par le dessin. Les poulies sont de masse négligeable.



Connaissant la norme  $f$  du frottement entre les deux blocs, déterminer l'accélération du bloc de masse  $m$ .



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

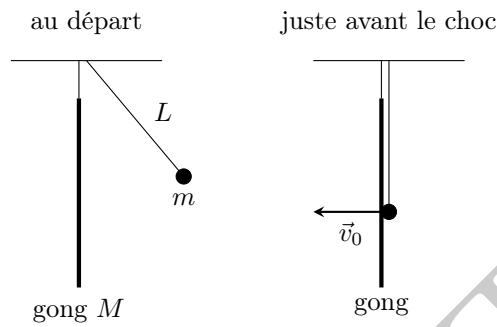




Question 3 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

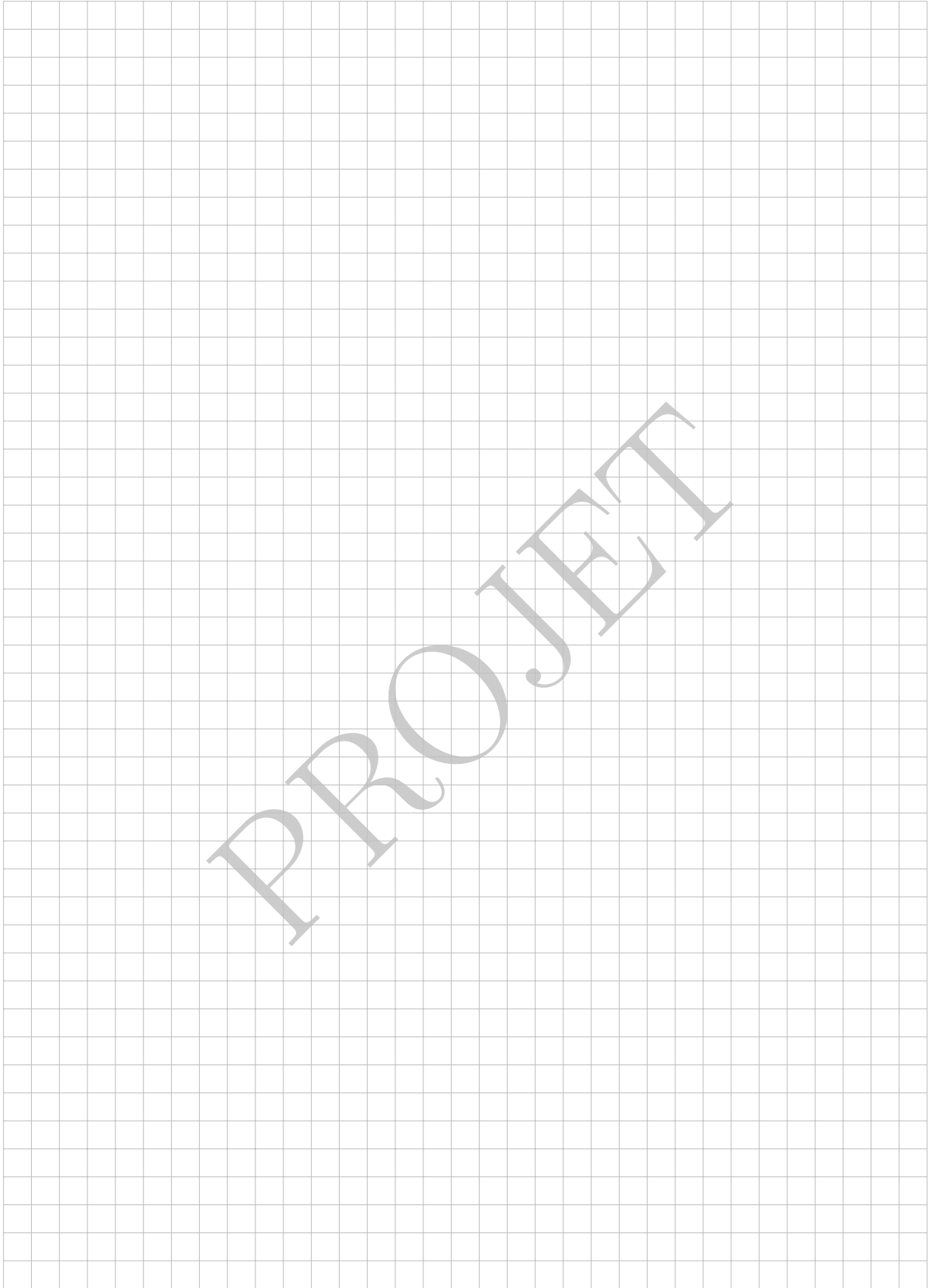
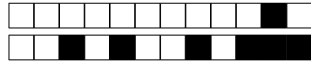
Une petite boule de masse  $m = 1 \text{ kg}$  est suspendue à un fil de longueur  $L = 0.9 \text{ m}$  fixé à un plafond. Elle est lâchée (sans vitesse initiale) depuis une position où le fil, tendu, n'est pas vertical et vient frapper horizontalement un gong (plaque métallique) de masse  $M = 8 \text{ kg}$  avec une vitesse de norme  $v_0 = 3 \text{ m s}^{-1}$ . Sous l'effet du choc, le gong acquiert une vitesse de norme  $V = 0.5 \text{ m s}^{-1}$ . On admettra  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ .



1. Quel a été l'angle entre le fil et la verticale à l'instant du départ de la boule?
2. Déterminer la vitesse de la boule juste après le choc.
3. Déterminer l'énergie mécanique dissipée (ou libérée) par le coup de gong.



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

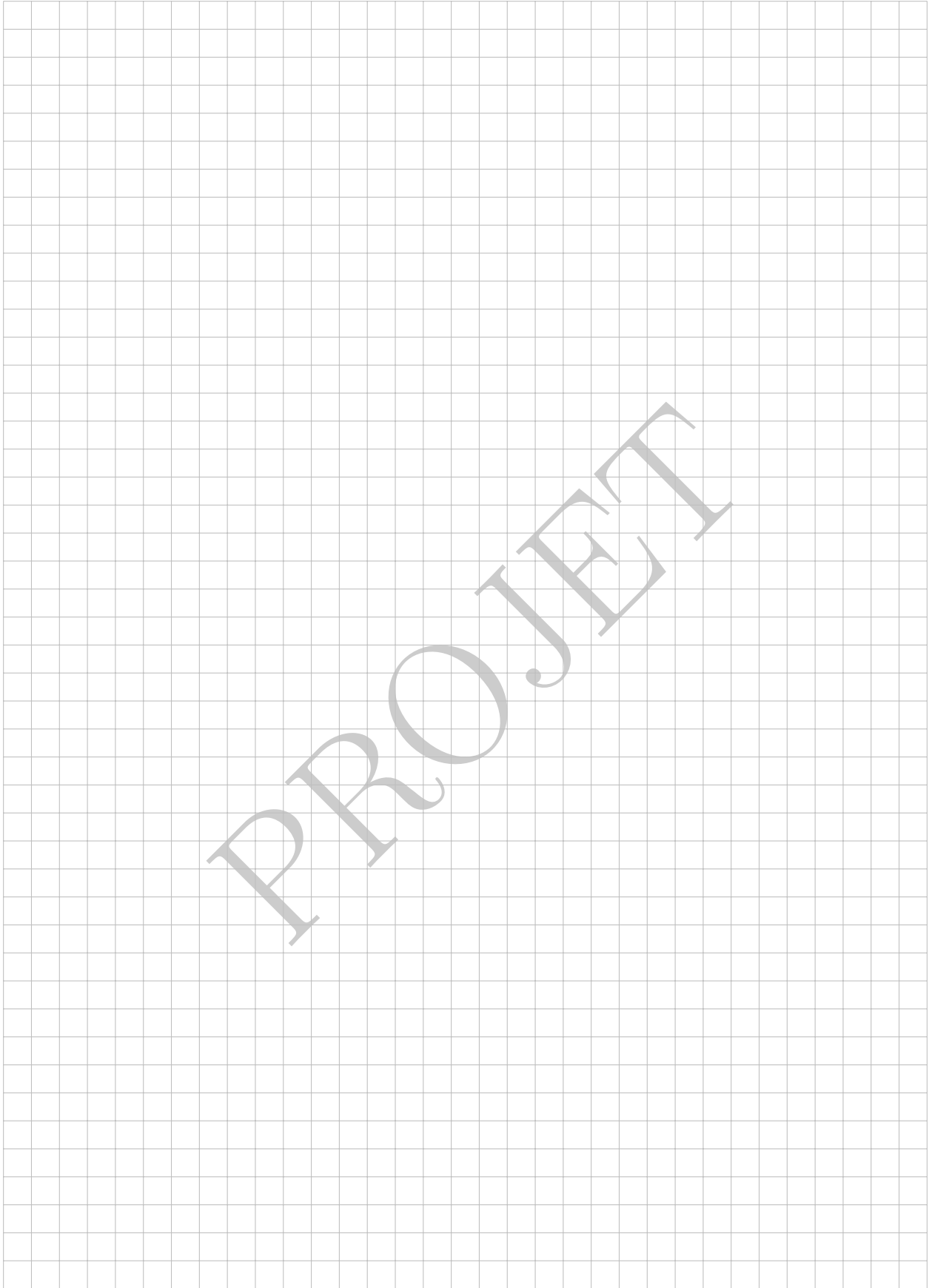
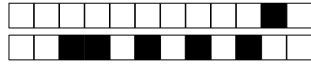




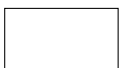


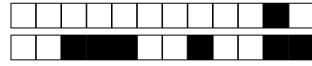
PROJET





Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





**Question 5 :** Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub>

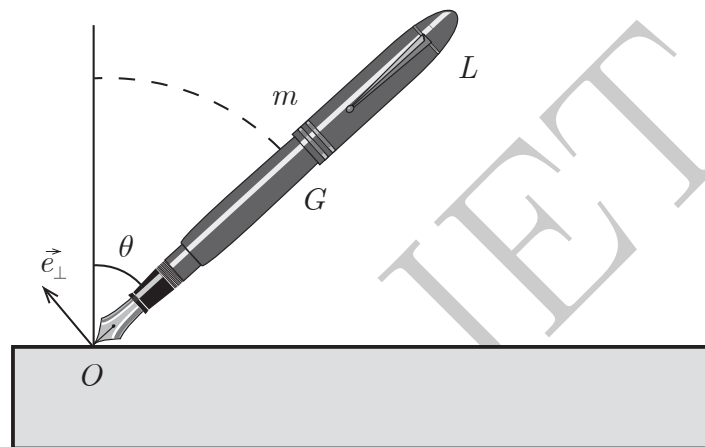
Réservé au correcteur

On considère un stylo de masse  $m$  et de longueur  $L$  qui bascule autour de sa pointe  $O$  en contact avec une table, la pointe du stylo restant immobile par rapport à la table. Le stylo reste donc à tout moment dans le même plan vertical.

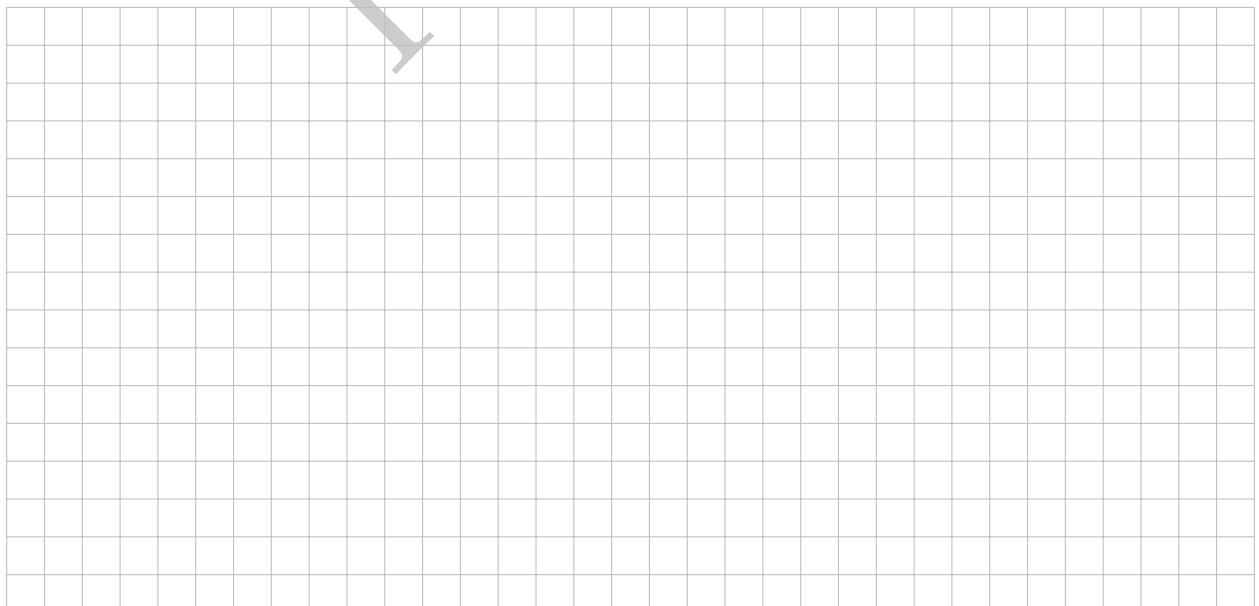
A un instant donné  $t$ , le stylo fait un angle  $\theta$  avec la verticale.

On assimile le stylo à une barre mince dont le moment d'inertie par rapport à un axe passant par son centre de masse  $G$  et normal au stylo est  $I_G = \frac{1}{12} m L^2$ .

Pour rappel : règle de Steiner. Connaissant le moment d'inertie  $I_G$  d'un solide par rapport à un axe passant par son centre de masse, on a  $I_A = md^2 + I_G$  par rapport à un axe parallèle passant par  $A$  à une distance  $d$  de  $G$ .

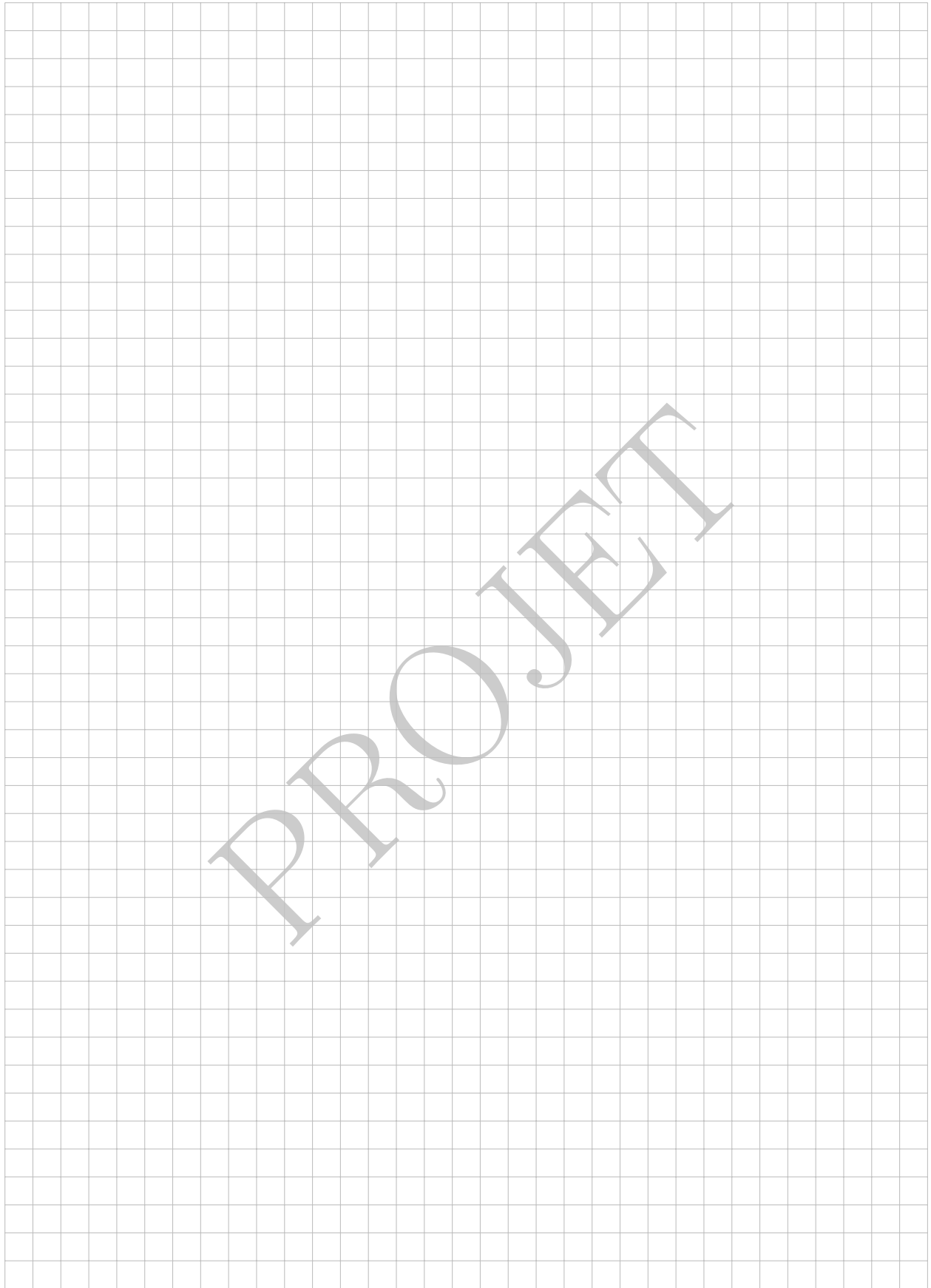


- Déterminer l'accélération angulaire du stylo à l'instant  $t$ .
- Donner la composante selon la normale  $\vec{e}_\perp$  au stylo de la force de contact exercée par la table sur le stylo à l'instant  $t$ .



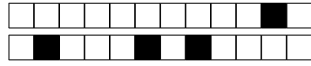


PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





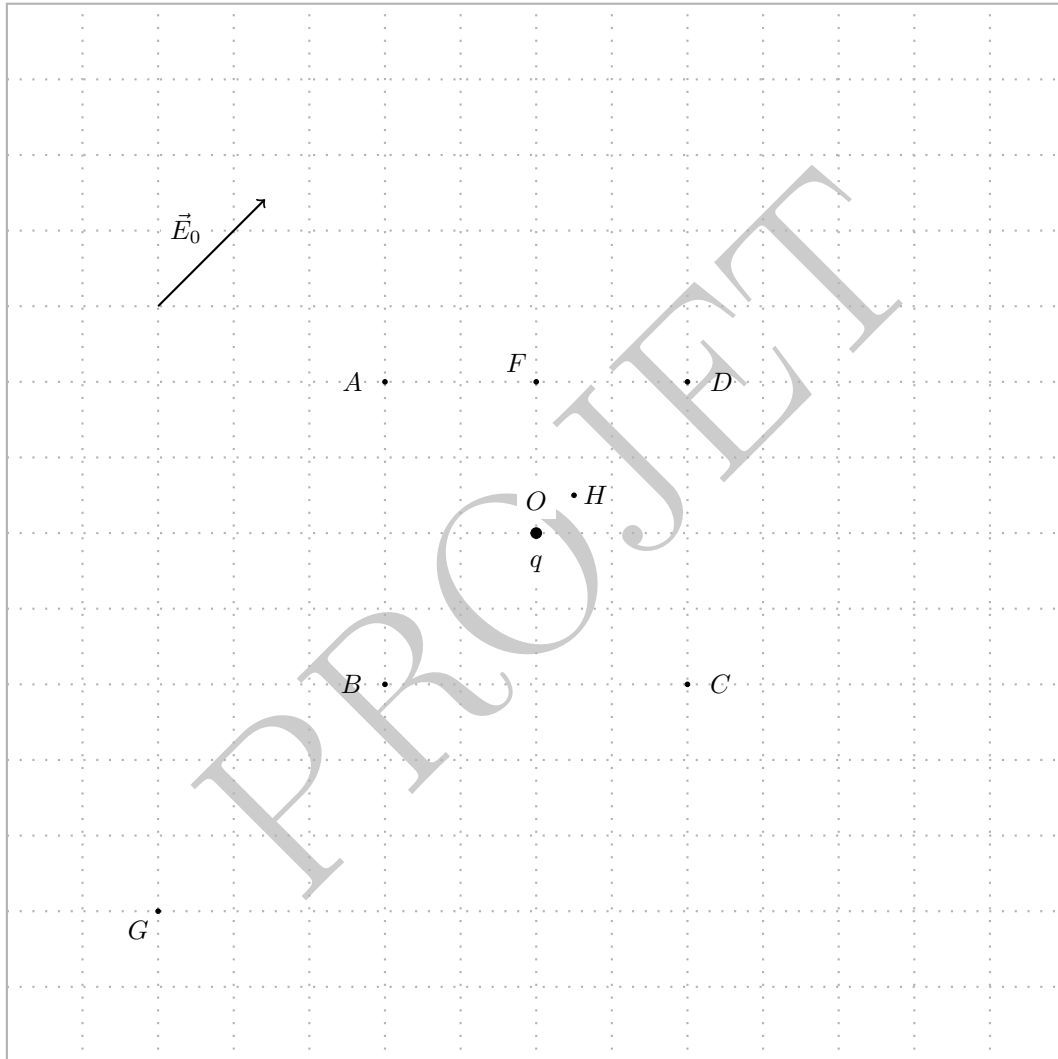
Question 6 : Cette question est notée sur 9 points.

\_0 \_1 \_2 \_3 \_4 \_5 \_6 \_7 \_8 \_9

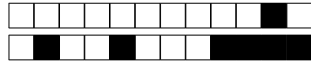
Réservé au correcteur

Le cadre ci-dessous délimite une région de l'espace dans laquelle règne un champ électrique uniforme  $\vec{E}_0$ . Dans cette région, on fixe une charge électrique ponctuelle  $q$ ,  $q > 0$ , au centre  $O$  d'un carré  $ABCD$  de diagonale  $BD$  parallèle à  $\vec{E}_0$ .

L'intensité du champ électrique que produit la charge  $q$  en  $F$ , point milieu du côté  $AD$ , est égale à  $E_0 = \|\vec{E}_0\|$ .



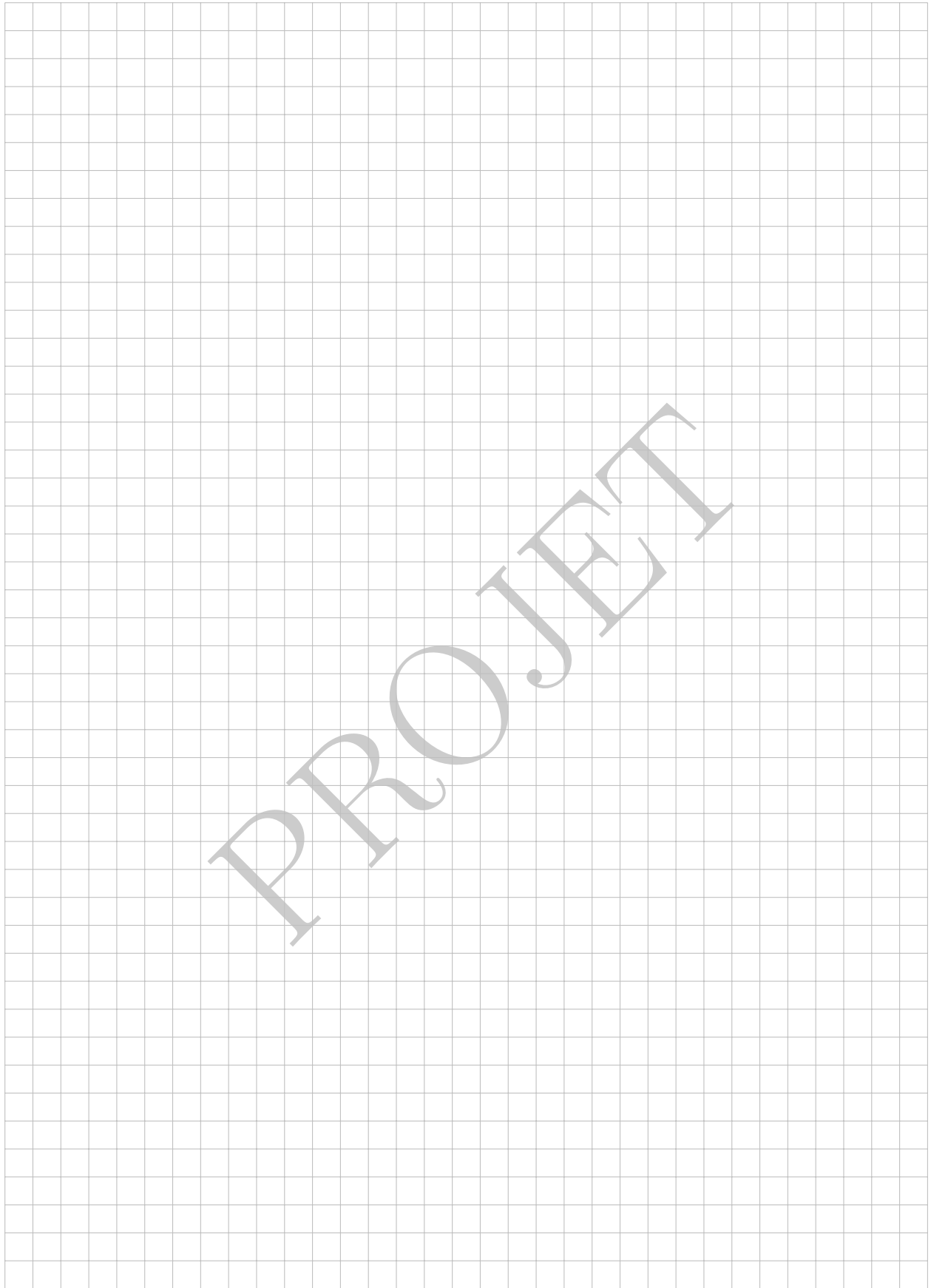
1. Exprimer la norme du vecteur champ électrique résultant au point  $D$  en fonction de l'intensité  $E_0$ .
2. Représenter graphiquement avec précision le vecteur champ électrique résultant aux points  $A$  et  $C$ .
3. Tracer suffisamment de lignes de champ pour avoir l'allure du champ électrique résultant dans la région délimitée par le cadre.
4. Esquisser le plus précisément possible les équipotentielles passant par les points  $A$ ,  $G$  et  $H$ .



PROJET



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





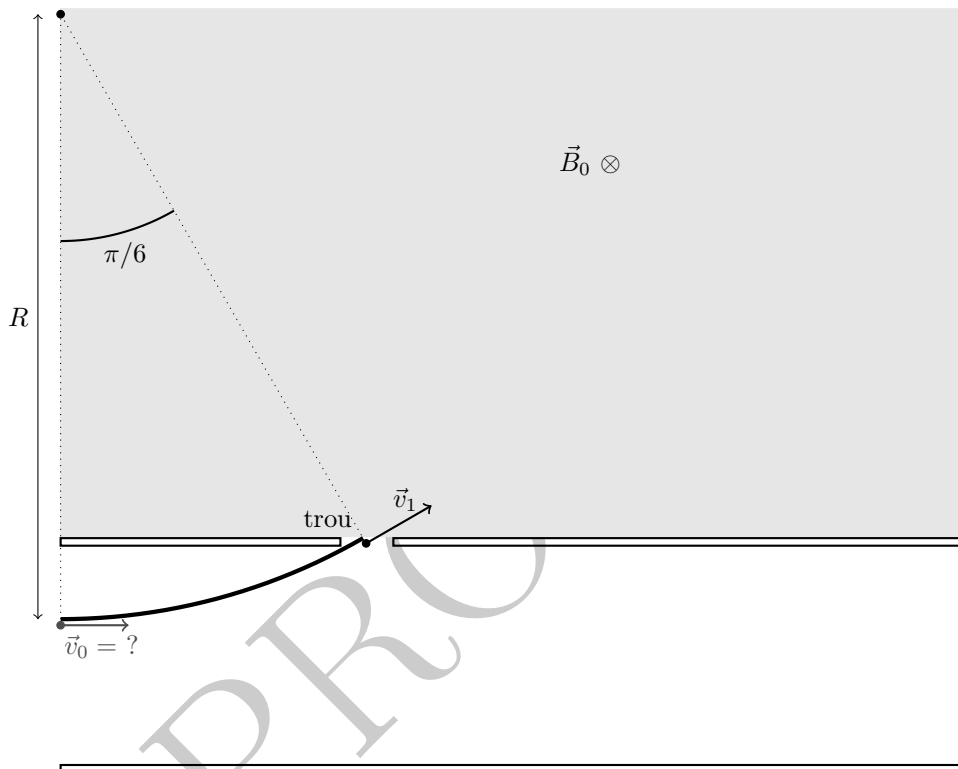


Question 7 : Cette question est notée sur 9 points.

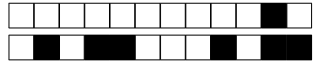
<sub>0</sub>
<sub>1</sub>
<sub>2</sub>
<sub>3</sub>
<sub>4</sub>
<sub>5</sub>
<sub>6</sub>
<sub>7</sub>
<sub>8</sub>
<sub>9</sub>
Réservé au correcteur

Une petite bille chargée positivement (charge  $q > 0$  et masse  $m$ ) suit un rail en arc de cercle de rayon  $R$  et d'angle au centre  $\pi/6$ . Ce rail se trouve dans un condensateur plan, d'armatures horizontales, dans lequel règne un champ électrique uniforme d'intensité  $E_0$  permettant de plaquer la bille sur le rail. Quittant le rail avec une vitesse  $\vec{v}_1$ , la bille entre dans une région (représentée en gris sur la figure ci-dessous) dans laquelle règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_0$  horizontal entrant.

Dans ce problème, le poids et les frottements sont supposés négligeables.



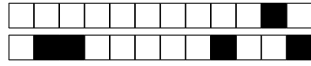
1. Indiquer sur le dessin ci-dessus la direction et le sens du champ électrique  $\vec{E}_0$ .
2. Déterminer la condition que doit satisfaire la norme de  $\vec{v}_1$  pour que la bille soit plaquée sur le rail juste avant d'atteindre son extrémité.
3. Déterminer la norme de la vitesse horizontale de la bille sur le rail lorsqu'elle pénètre dans le condensateur.
4. Esquisser la trajectoire de la bille dans la région où règne le champ magnétique  $\vec{B}_0$ . Donner la nature précise de cette trajectoire (ligne droite, parabole, hyperbole, etc) en justifiant votre réponse.



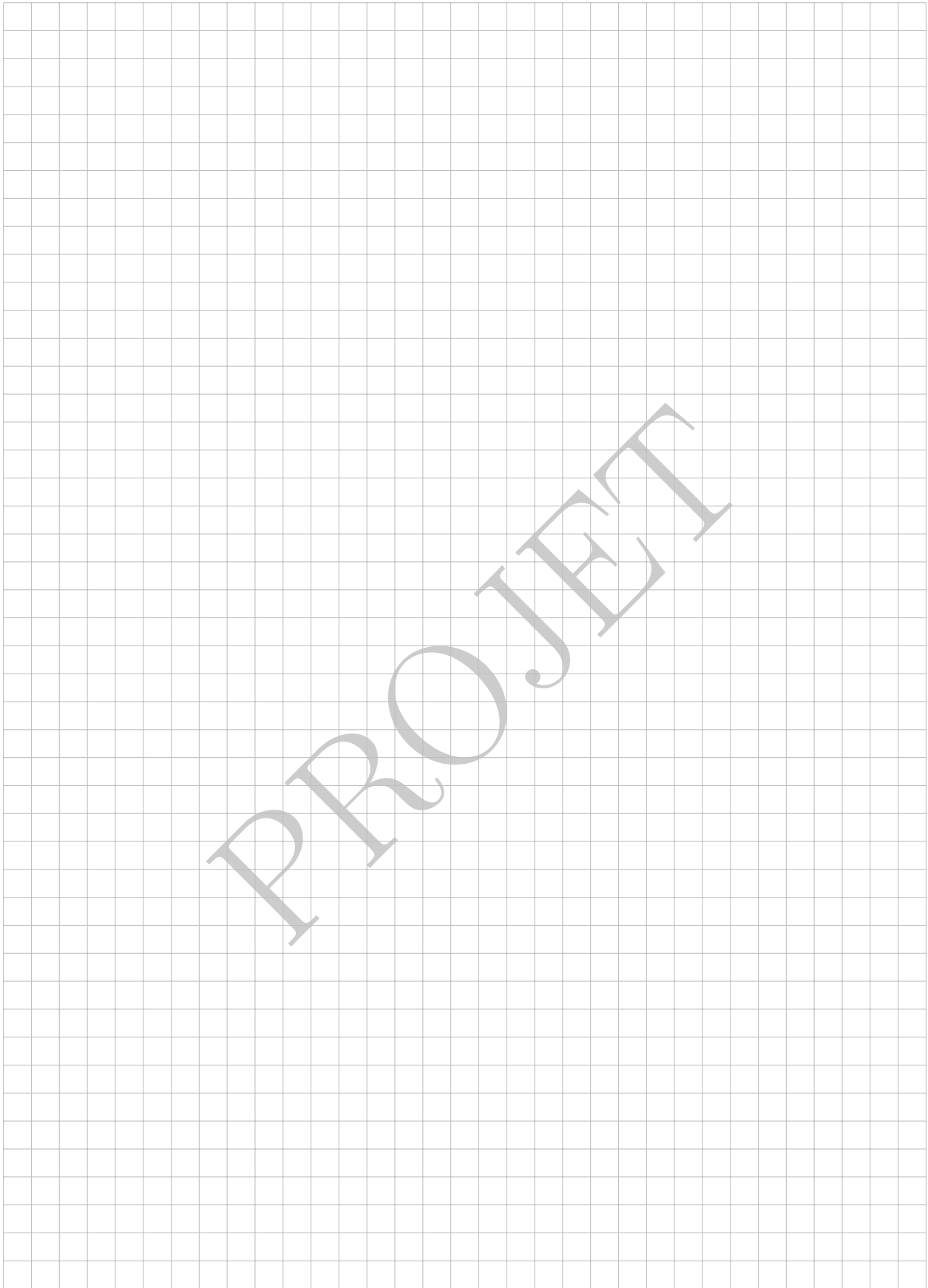
PROJET



PROJET

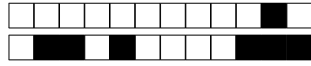


PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

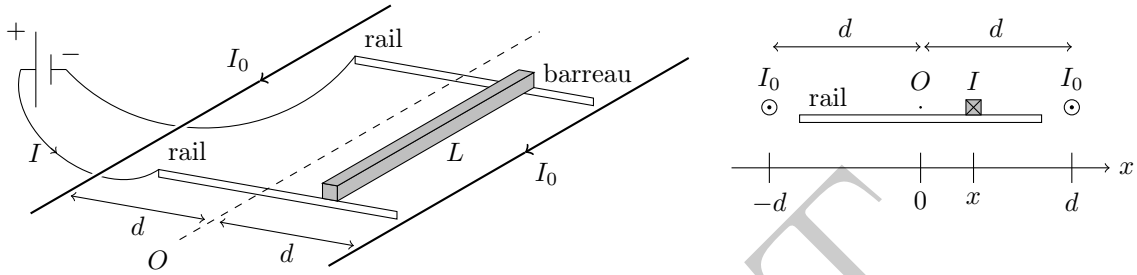




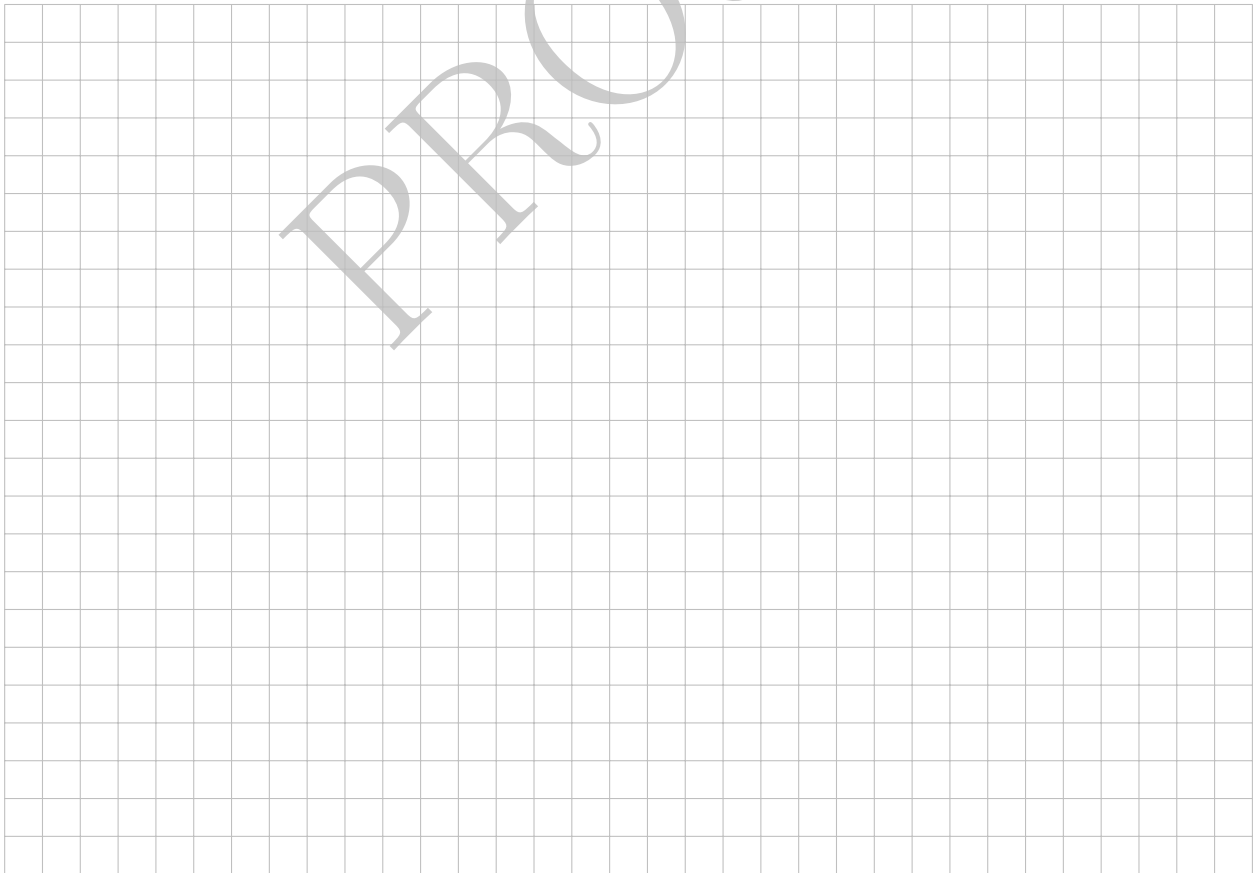
Question 8 : Cette question est notée sur 7 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> Réservé au correcteur

Deux fils rectilignes parallèles sont fixés sur une table à une distance  $2d$  l'un de l'autre. Ils sont parcourus par un même courant  $I_0$ . On note  $O$  la droite parallèle aux fils située à équidistance entre les fils. Entre les deux fils, un barreau conducteur de longueur  $L$  et de masse  $m$  peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles, connectés à un générateur engendrant dans le barreau un courant  $I$  opposé à  $I_0$ . A tout moment, le barreau reste parallèle aux fils rectilignes. Tout phénomène d'induction magnétique est négligeable.

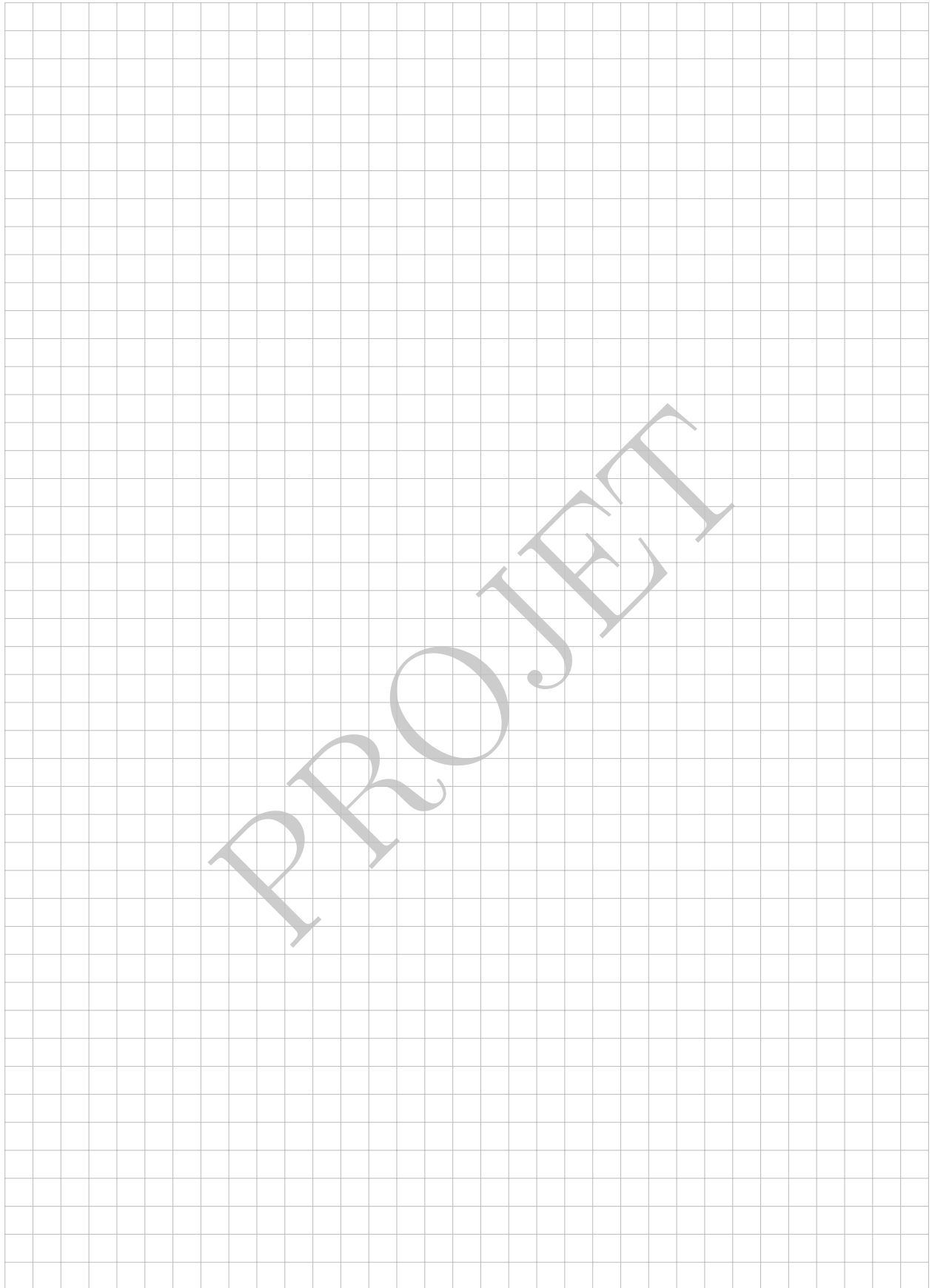


- Déterminer toutes les forces (direction, sens et norme) exercées sur le barreau lorsqu'il se trouve à la distance  $x$  de la droite  $O$ .  
Pour rappel, l'intensité du champ magnétique à une distance  $r$  d'un fil rectiligne parcouru par un courant  $I_{fil}$  vaut  $B = \frac{\mu_0 I_{fil}}{2\pi r}$ .
- En admettant qu'à tout instant  $t$  on a  $x(t) \ll d$ , donner la période de l'oscillation du barreau autour de la droite  $O$ .





PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

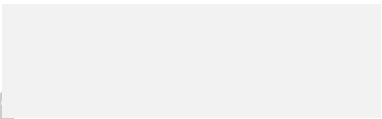






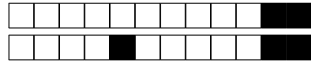
# Student Three

SCIPER : **333333**

Signature : 

## Indications

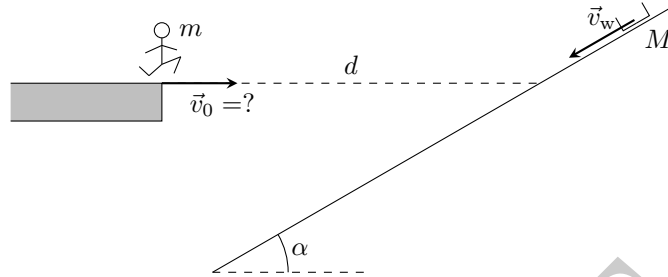
- Durée de l'examen : **Durée : 180 minutes minutes.**
- Posez votre **carte d'étudiant** sur la table.
- Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page.
- Ce document est imprimé recto-verso, il contient 28 pages.
- Ne pas séparer les feuilles.
- Laisser libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur.
- La réponse à chaque question doit être **justifiée** et rédigée **à l'encre** sur la place réservée à cet effet à la suite de la question.
- Si la place prévue pour une question ne suffit pas, vous pouvez demander des feuilles supplémentaires aux surveillants. Chaque feuille ne peut être utilisée que pour **cette seule question**. Il convient de **coller l'un des codes-barre fourni en haut de la feuille supplémentaire et l'autre, identique, en bas de la dernière page de la question.**
- Les feuilles de brouillon sont à rendre mais **ne seront pas** corrigées ; des feuilles de brouillon supplémentaires peuvent être demandées en cas de besoin auprès des surveillants.
- Aucune documentation, ni machine à calculer ne sont autorisées.
- Veuillez **signer** votre examen.



Question 1 : Cette question est notée sur 8 points.

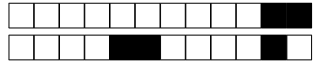
<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

Un wagon de masse  $M$  descend à vitesse constante  $\vec{v}_w$  une pente inclinée d'un angle  $\alpha = \frac{\pi}{6}$ . A l'instant où le wagon passe à la hauteur d'un cascadeur de masse  $m$ , celui-ci s'élance dans le vide avec une vitesse horizontale. Il se trouve alors à une distance  $d$  du wagon telle que  $gd = \sqrt{3}v_w^2$ .

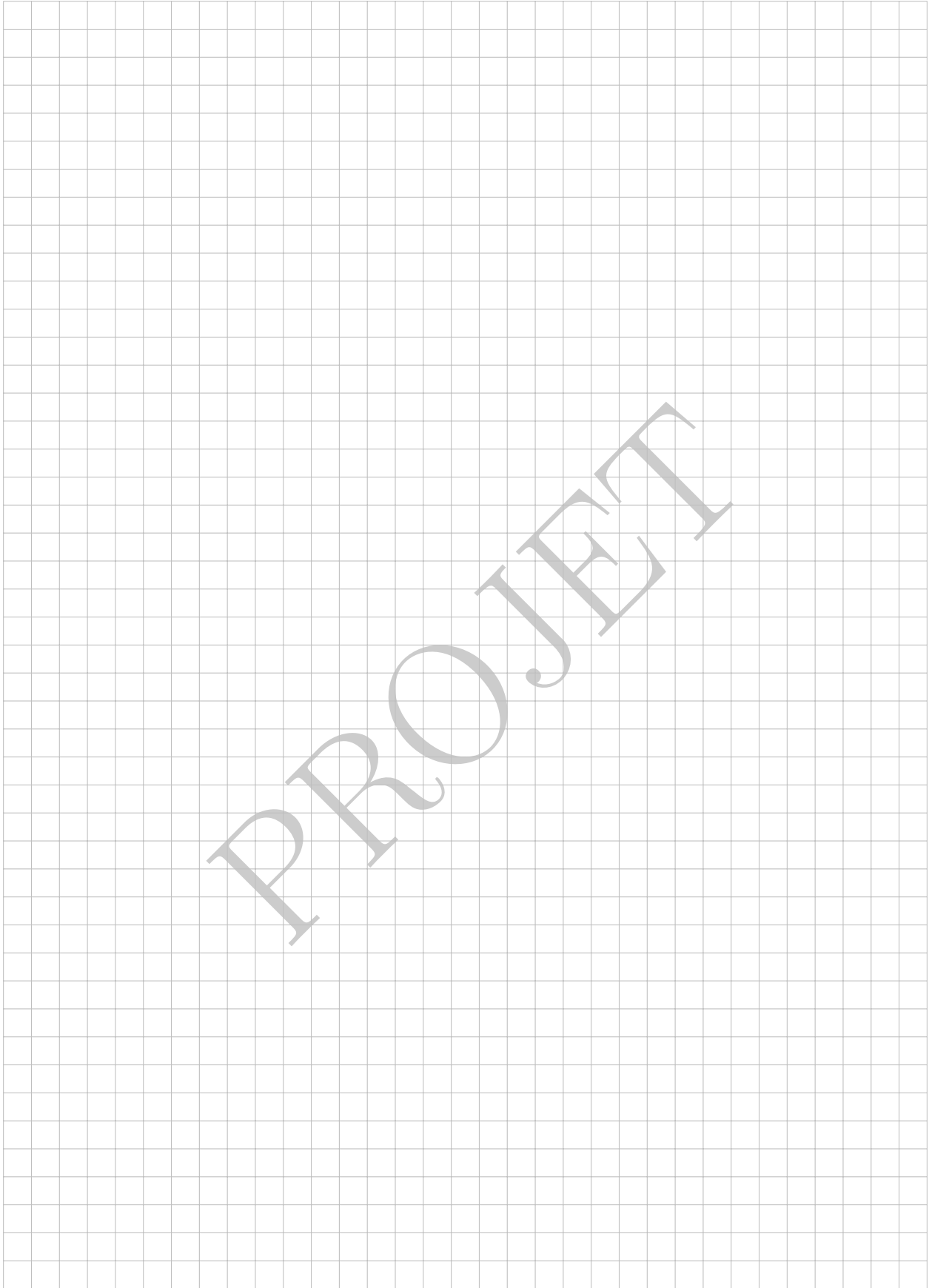
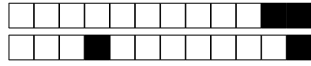


Déterminer la vitesse de saut  $\vec{v}_0$  du cascadeur de sorte à ce qu'il tombe dans le wagon.

PROJET



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

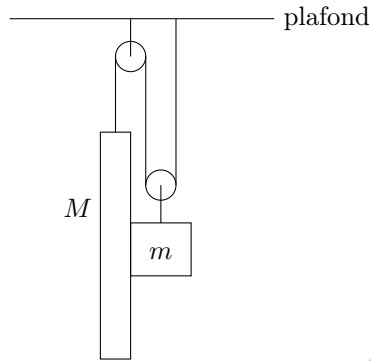




Question 2 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

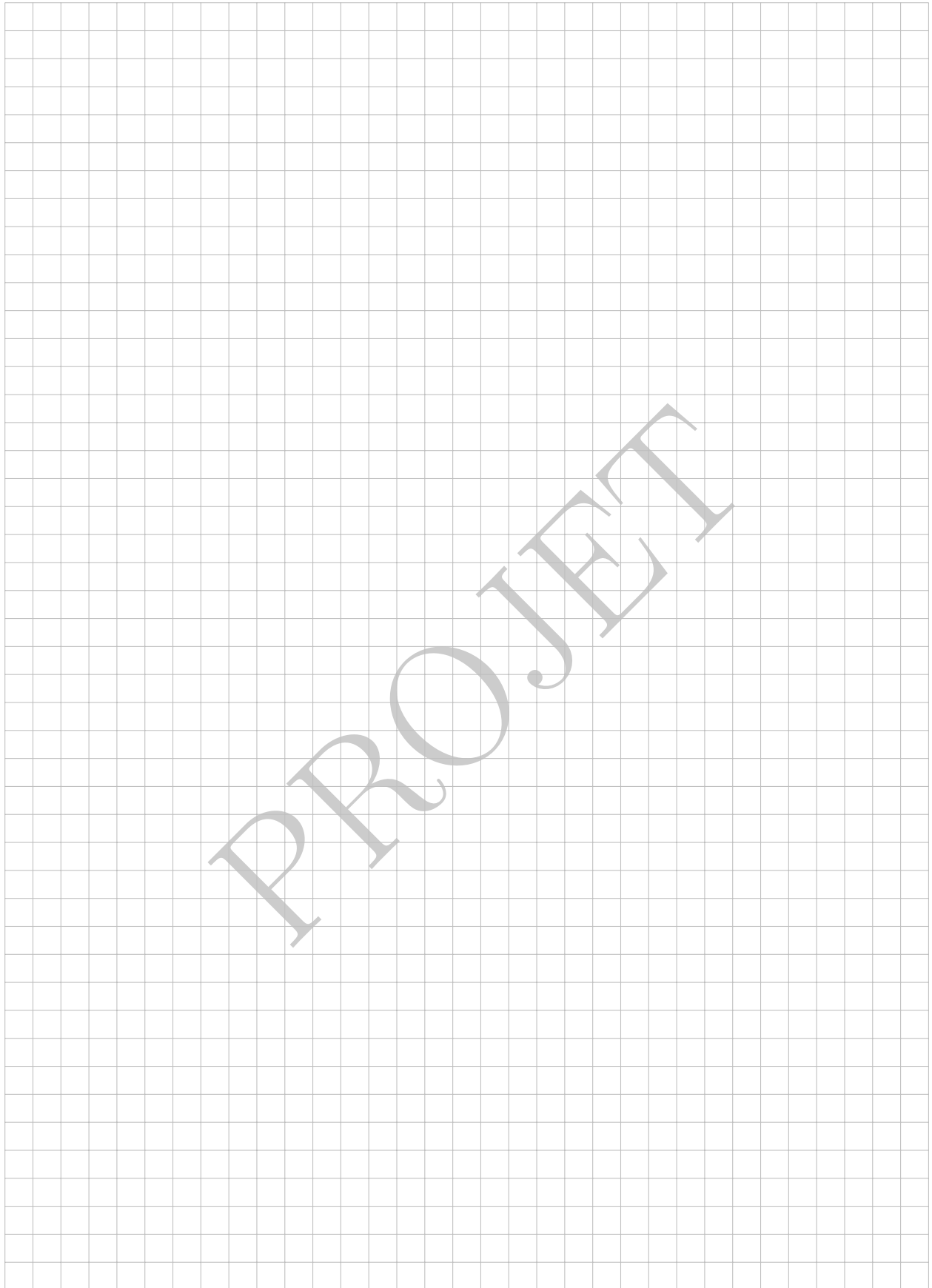
Un bloc de masse  $M$  est suspendu à un fil (sans masse et inextensible). Ce fil passe sur une petite poulie fixée à un plafond et sur une seconde poulie retenant un deuxième bloc, de masse  $m < M$ , comme illustré par le dessin. Les poulies sont de masse négligeable.



Connaissant la norme  $f$  du frottement entre les deux blocs, déterminer l'accélération du bloc de masse  $m$ .



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

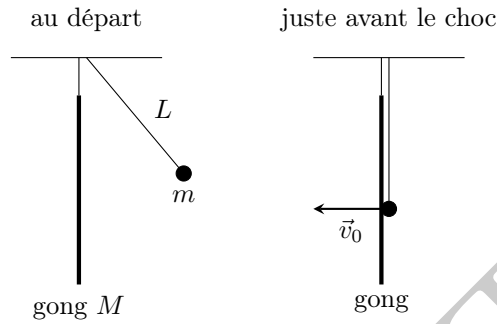




Question 3 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

Une petite boule de masse  $m = 1 \text{ kg}$  est suspendue à un fil de longueur  $L = 0.9 \text{ m}$  fixé à un plafond. Elle est lâchée (sans vitesse initiale) depuis une position où le fil, tendu, n'est pas vertical et vient frapper horizontalement un gong (plaque métallique) de masse  $M = 8 \text{ kg}$  avec une vitesse de norme  $v_0 = 3 \text{ m s}^{-1}$ . Sous l'effet du choc, le gong acquiert une vitesse de norme  $V = 0.5 \text{ m s}^{-1}$ . On admettra  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ .

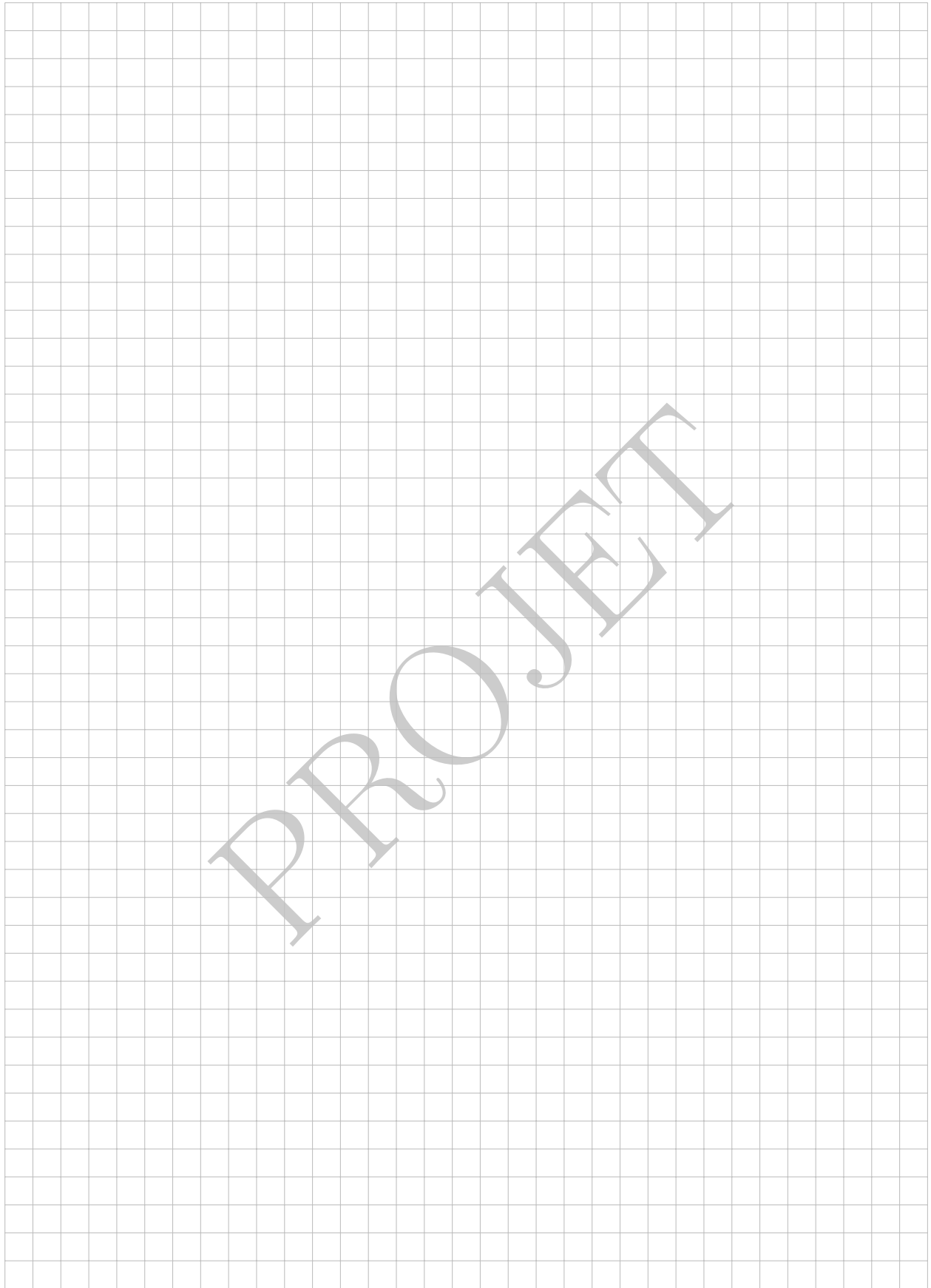
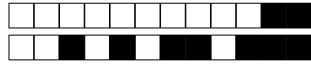


1. Quel a été l'angle entre le fil et la verticale à l'instant du départ de la boule?
2. Déterminer la vitesse de la boule juste après le choc.
3. Déterminer l'énergie mécanique dissipée (ou libérée) par le coup de gong.





PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.



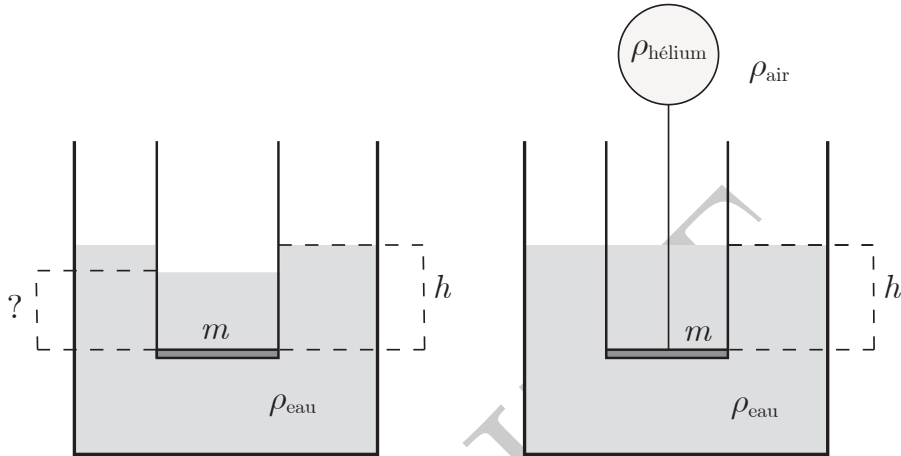


Question 4 : Cette question est notée sur 7 points.

\_0 \_1 \_2 \_3 \_4 \_5 \_6 \_7 Réservé au correcteur

Un tube cylindrique est obstrué inférieurement par un disque, de masse  $m$  et de surface  $S$ , retenu par un fil. Le tout est immergé dans un bac d'eau à une hauteur  $h$  de sorte que le fil peut être coupé : le disque reste plaqué contre le tube (voir figure de gauche).

On note  $\rho_{\text{eau}}$  la masse volumique de l'eau et  $\rho_{\text{air}}$  celle de l'air. L'épaisseur du tube est négligeable.

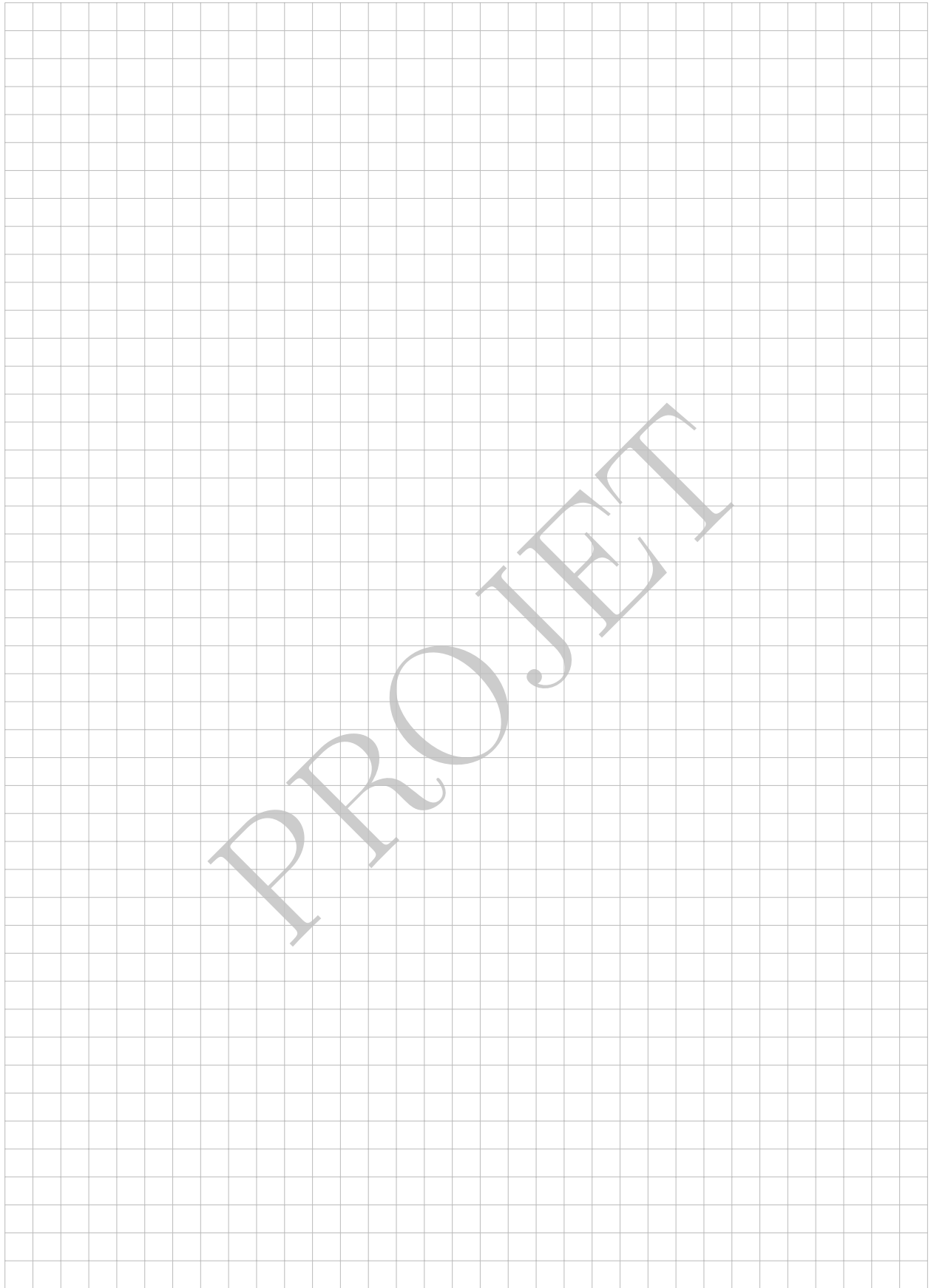


1. Dans un premier temps, on verse de l'eau dans le tube. Lorsque l'eau atteint une certaine hauteur, on constate que le disque s'enfonce dans le bac d'eau. Déterminer cette hauteur.
2. Dans un deuxième temps, on attache un ballon rempli d'hélium de masse volumique  $\rho_{\text{hélium}}$  à la surface supérieure du disque à l'aide d'une ficelle. On verse ensuite de l'eau dans le tube jusqu'à ce que la hauteur d'eau dans le tube soit égale à la hauteur  $h$ .  
On suppose que les poids du ballon et de la ficelle sont négligeables par rapport au poids du disque. Déterminer le volume minimal  $V$  d'hélium dans le ballon pour que le disque reste plaqué contre le tube.





PROJET



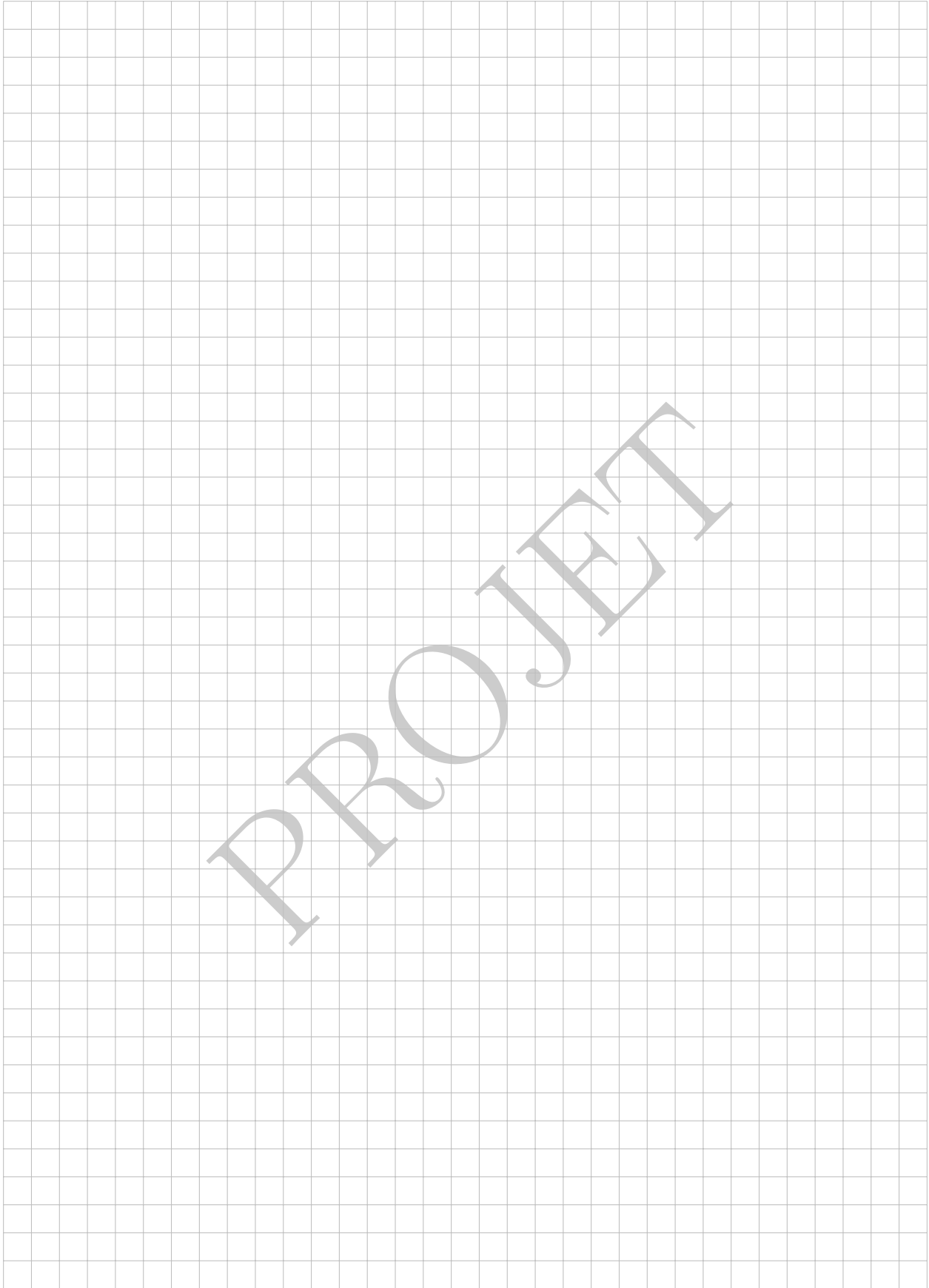
Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.







PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.







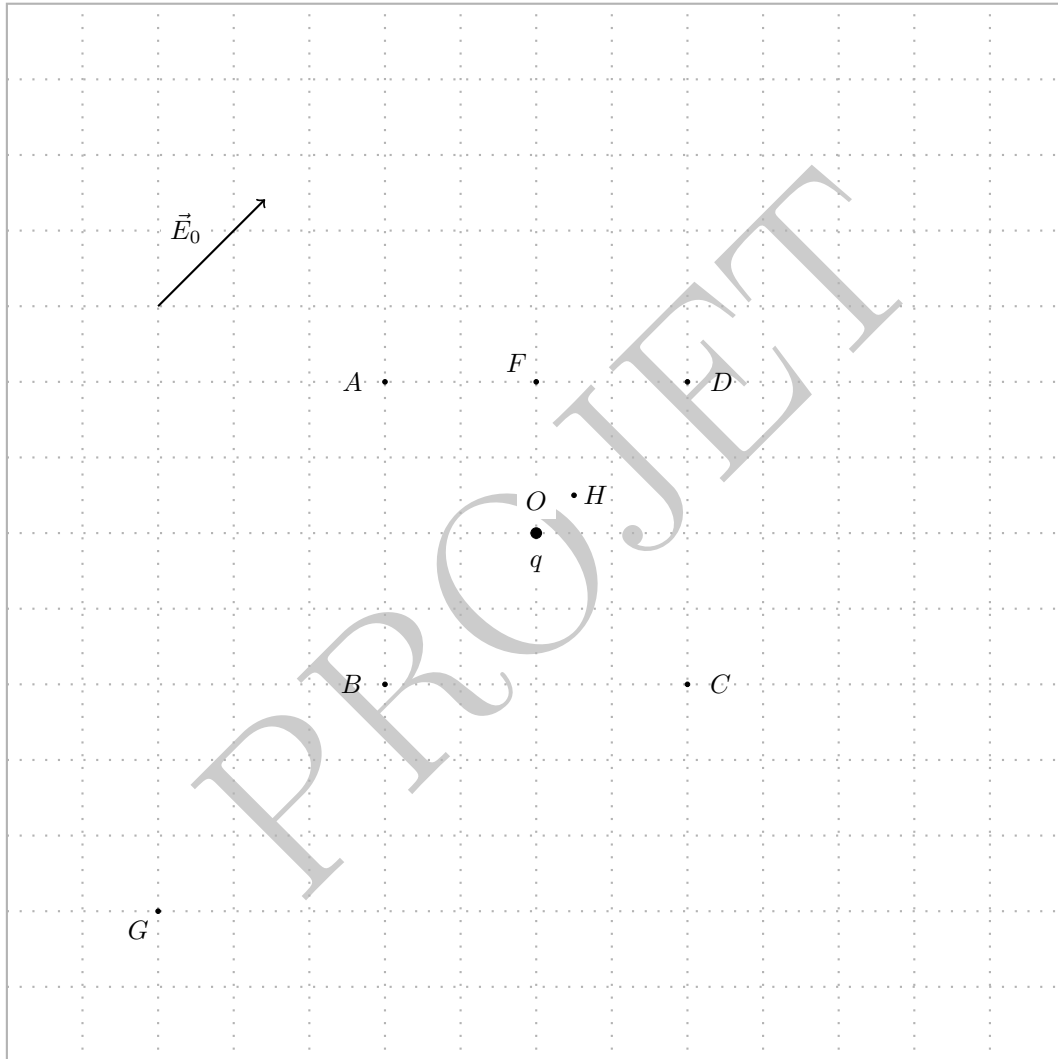
Question 6 : Cette question est notée sur 9 points.

\_0 \_1 \_2 \_3 \_4 \_5 \_6 \_7 \_8 \_9

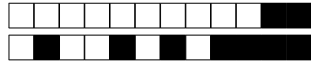
Réservé au correcteur

Le cadre ci-dessous délimite une région de l'espace dans laquelle règne un champ électrique uniforme  $\vec{E}_0$ . Dans cette région, on fixe une charge électrique ponctuelle  $q$ ,  $q > 0$ , au centre  $O$  d'un carré  $ABCD$  de diagonale  $BD$  parallèle à  $\vec{E}_0$ .

L'intensité du champ électrique que produit la charge  $q$  en  $F$ , point milieu du côté  $AD$ , est égale à  $E_0 = \|\vec{E}_0\|$ .



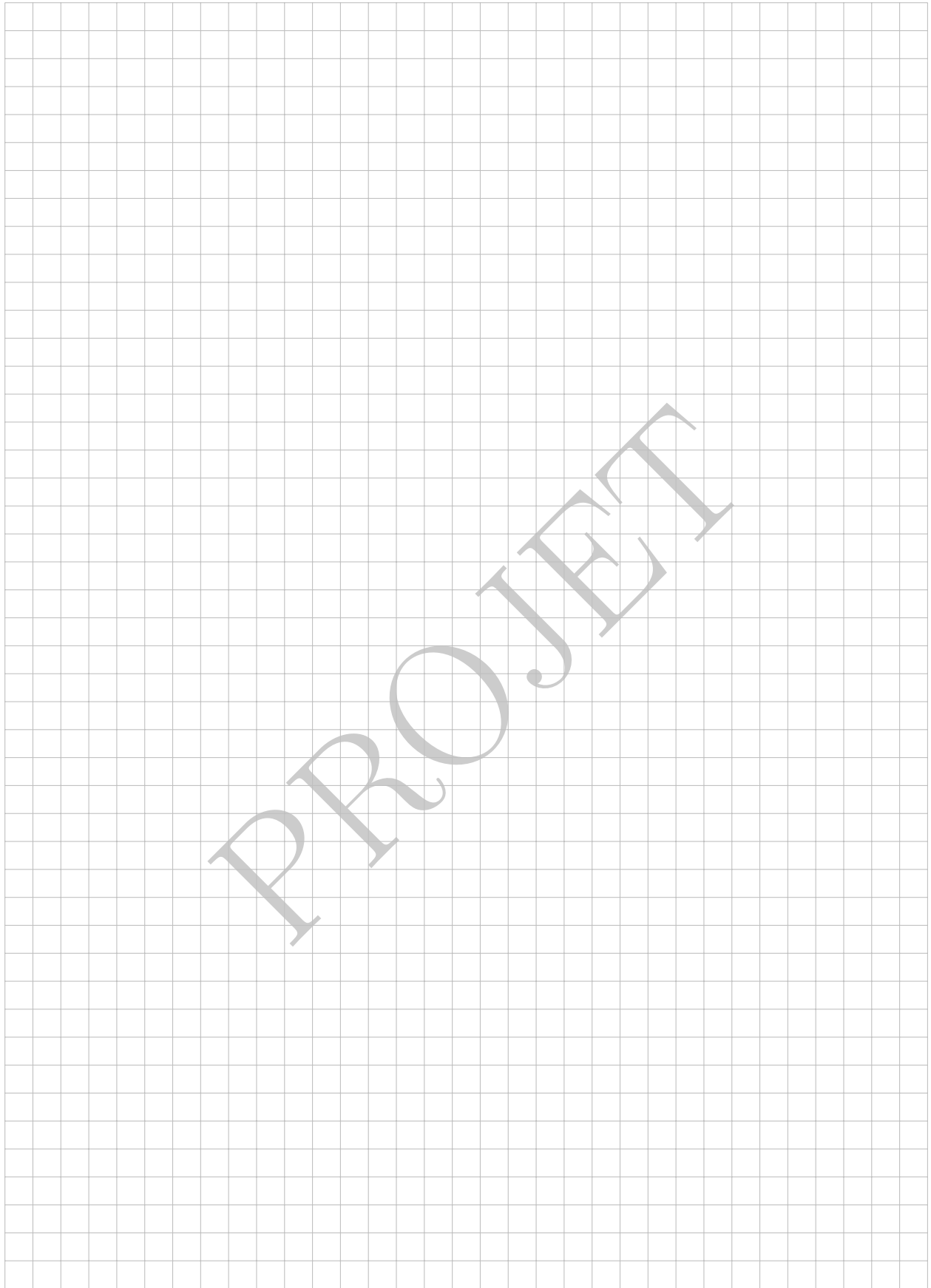
1. Exprimer la norme du vecteur champ électrique résultant au point  $D$  en fonction de l'intensité  $E_0$ .
2. Représenter graphiquement avec précision le vecteur champ électrique résultant aux points  $A$  et  $C$ .
3. Tracer suffisamment de lignes de champ pour avoir l'allure du champ électrique résultant dans la région délimitée par le cadre.
4. Esquisser le plus précisément possible les équipotentielles passant par les points  $A$ ,  $G$  et  $H$ .



PROJET



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





Question 7 : Cette question est notée sur 9 points.

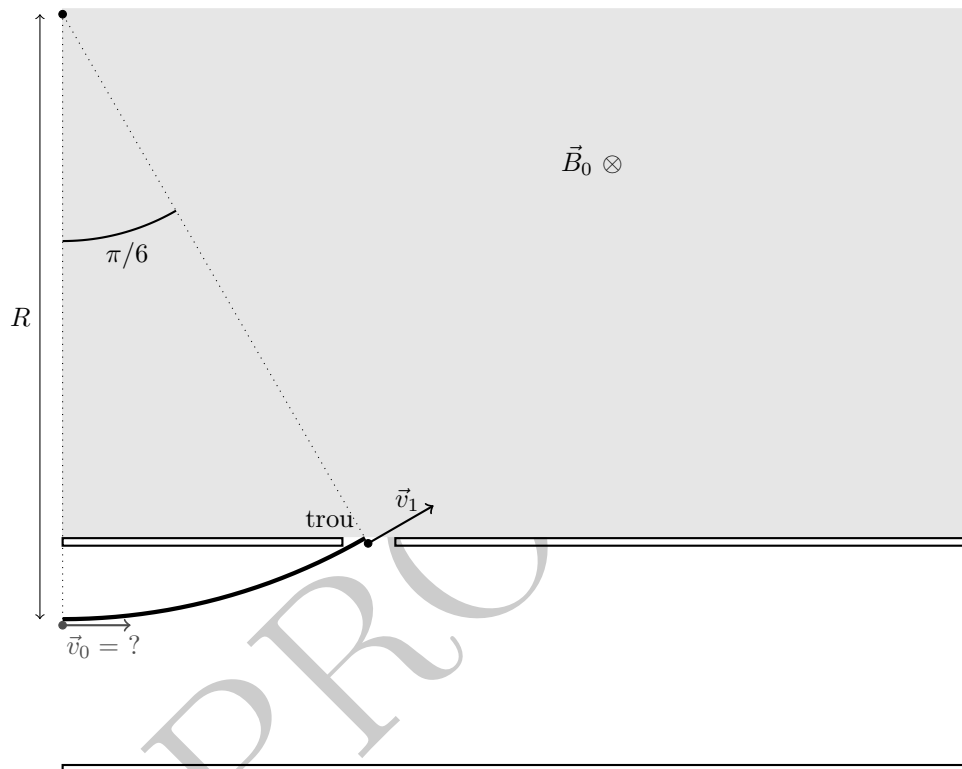
\_0 \_1 \_2 \_3 \_4 \_5 \_6 \_7 \_8 \_9

Réservé au correcteur

Une petite bille chargée positivement (charge  $q > 0$  et masse  $m$ ) suit un rail en arc de cercle de rayon  $R$  et d'angle au centre  $\pi/6$ . Ce rail se trouve dans un condensateur plan, d'armatures horizontales, dans lequel règne un champ électrique uniforme d'intensité  $E_0$  permettant de plaquer la bille sur le rail.

Quittant le rail avec une vitesse  $\vec{v}_1$ , la bille entre dans une région (représentée en gris sur la figure ci-dessous) dans laquelle règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_0$  horizontal entrant.

Dans ce problème, le poids et les frottements sont supposés négligeables.



1. Indiquer sur le dessin ci-dessus la direction et le sens du champ électrique  $\vec{E}_0$ .
2. Déterminer la condition que doit satisfaire la norme de  $\vec{v}_1$  pour que la bille soit plaquée sur le rail juste avant d'atteindre son extrémité.
3. Déterminer la norme de la vitesse horizontale de la bille sur le rail lorsqu'elle pénètre dans le condensateur.
4. Esquisser la trajectoire de la bille dans la région où règne le champ magnétique  $\vec{B}_0$ . Donner la nature précise de cette trajectoire (ligne droite, parabole, hyperbole, etc) en justifiant votre réponse.



PROJET

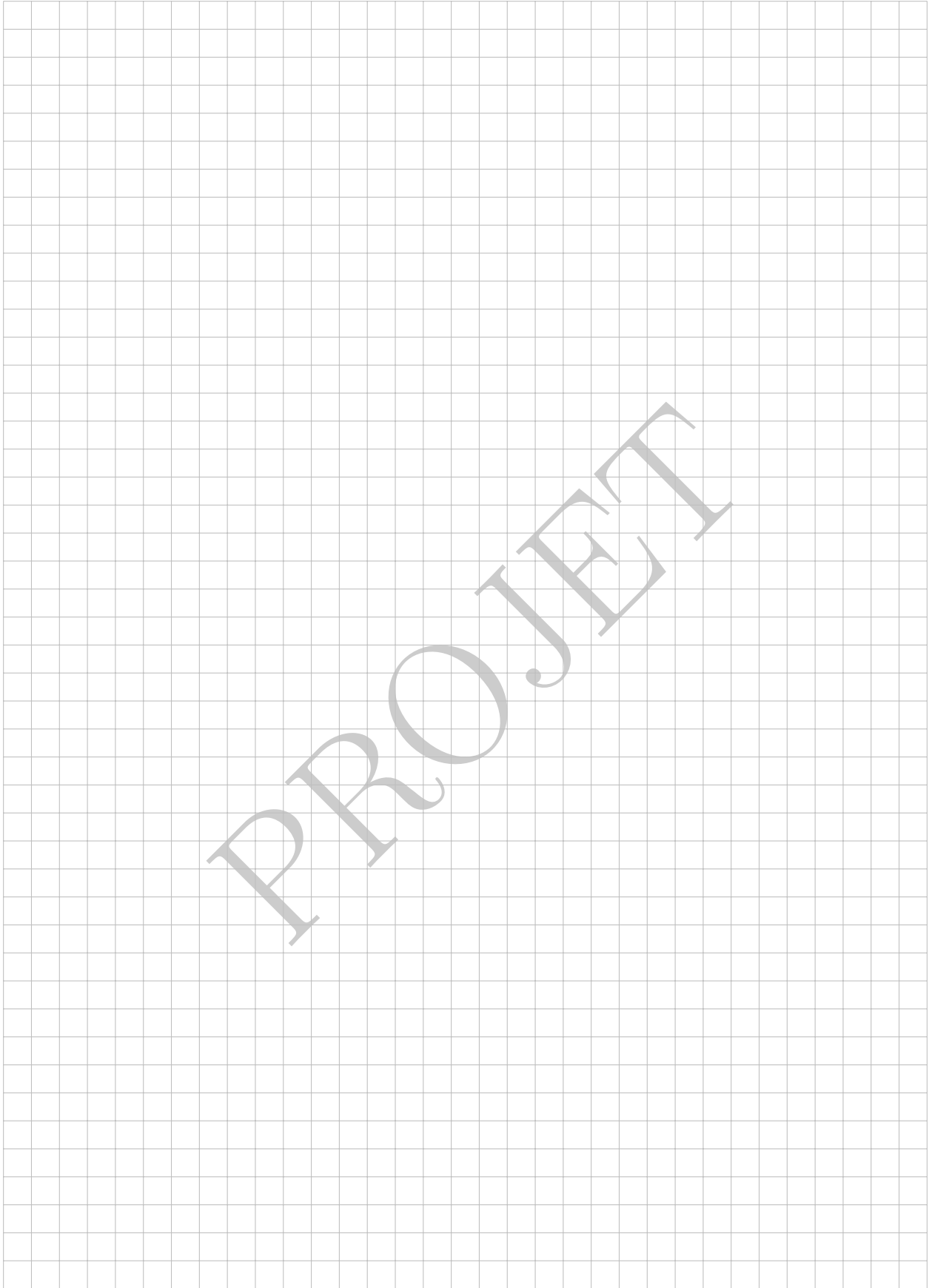


PROJET



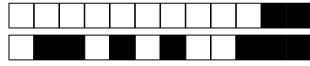
PROJET





Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

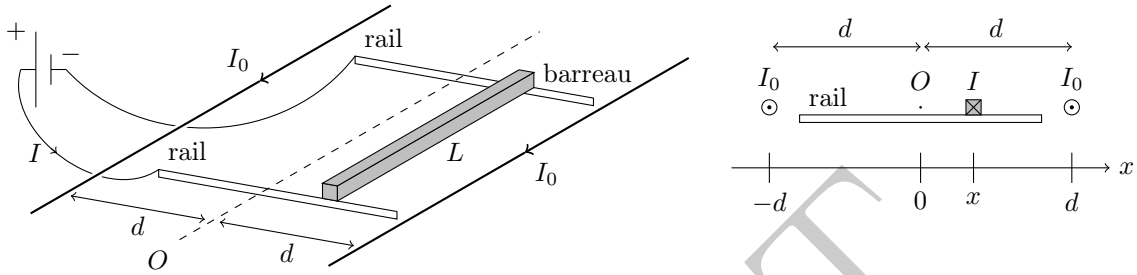




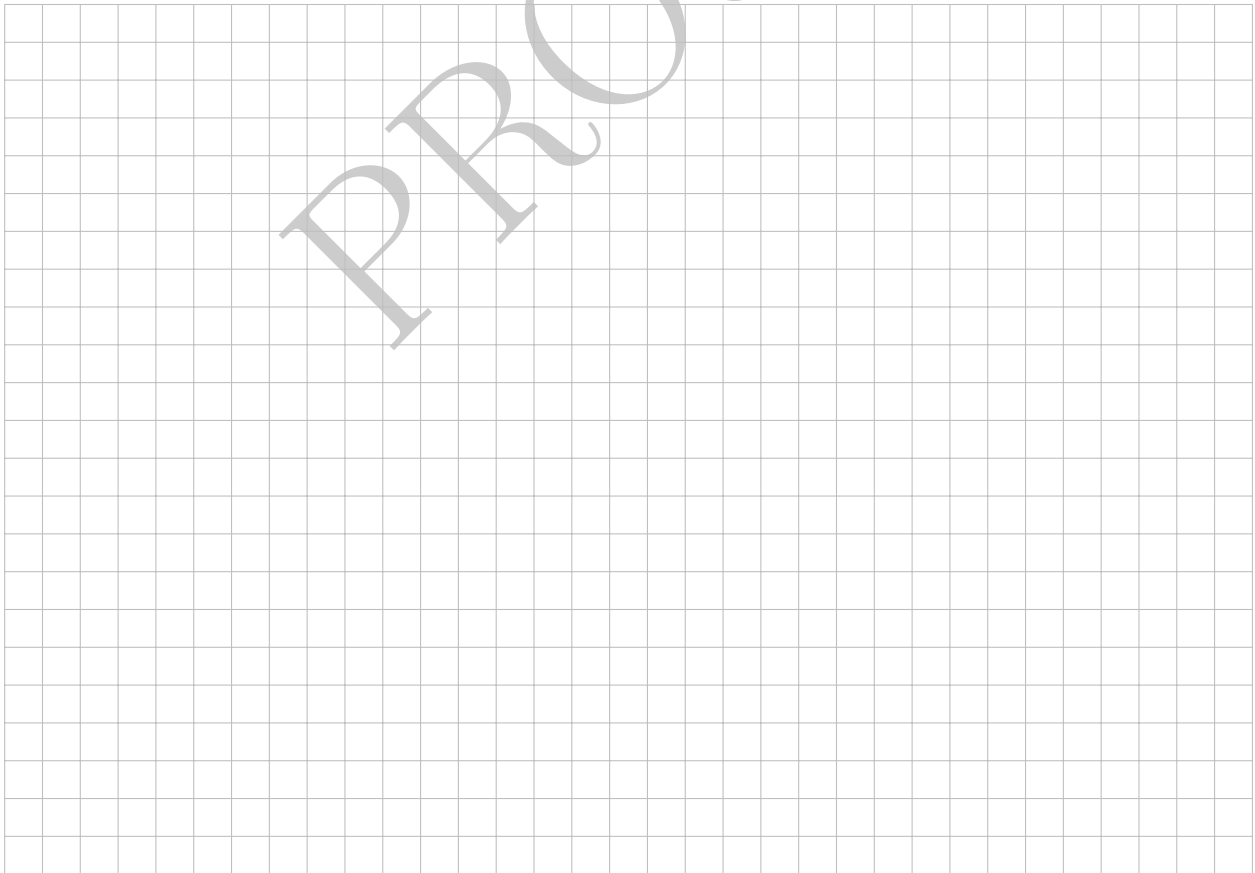
Question 8 : Cette question est notée sur 7 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> Réservé au correcteur

Deux fils rectilignes parallèles sont fixés sur une table à une distance  $2d$  l'un de l'autre. Ils sont parcourus par un même courant  $I_0$ . On note  $O$  la droite parallèle aux fils située à équidistance entre les fils. Entre les deux fils, un barreau conducteur de longueur  $L$  et de masse  $m$  peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles, connectés à un générateur engendrant dans le barreau un courant  $I$  opposé à  $I_0$ . A tout moment, le barreau reste parallèle aux fils rectilignes. Tout phénomène d'induction magnétique est négligeable.

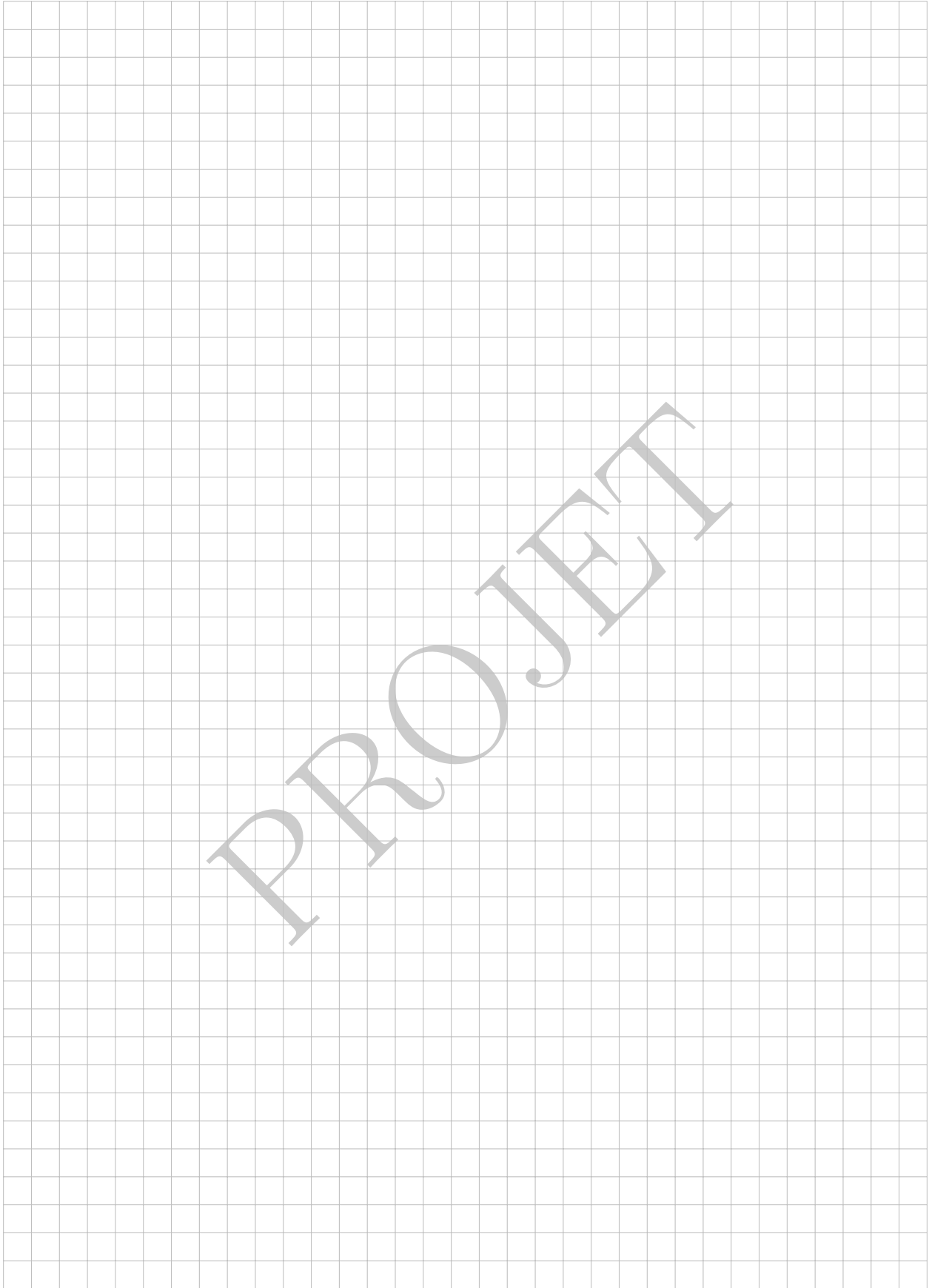


- Déterminer toutes les forces (direction, sens et norme) exercées sur le barreau lorsqu'il se trouve à la distance  $x$  de la droite  $O$ .  
Pour rappel, l'intensité du champ magnétique à une distance  $r$  d'un fil rectiligne parcouru par un courant  $I_{fil}$  vaut  $B = \frac{\mu_0 I_{fil}}{2\pi r}$ .
- En admettant qu'à tout instant  $t$  on a  $x(t) \ll d$ , donner la période de l'oscillation du barreau autour de la droite  $O$ .





PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





# Student Four

SCIPER : 444444

Signature : 

## Indications

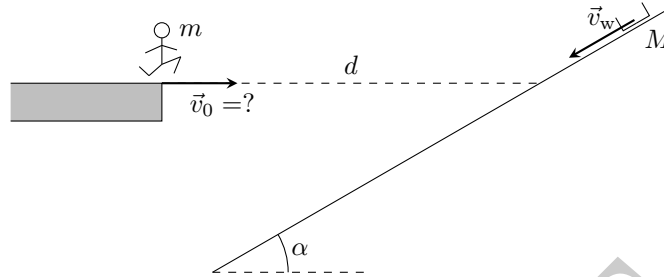
- Durée de l'examen : **Durée : 180 minutes minutes.**
- Posez votre **carte d'étudiant** sur la table.
- Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page.
- Ce document est imprimé recto-verso, il contient 28 pages.
- Ne pas séparer les feuilles.
- Laisser libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur.
- La réponse à chaque question doit être **justifiée** et rédigée **à l'encre** sur la place réservée à cet effet à la suite de la question.
- Si la place prévue pour une question ne suffit pas, vous pouvez demander des feuilles supplémentaires aux surveillants. Chaque feuille ne peut être utilisée que pour **cette seule question**. Il convient de **coller l'un des codes-barre fourni en haut de la feuille supplémentaire et l'autre, identique, en bas de la dernière page de la question.**
- Les feuilles de brouillon sont à rendre mais **ne seront pas** corrigées ; des feuilles de brouillon supplémentaires peuvent être demandées en cas de besoin auprès des surveillants.
- Aucune documentation, ni machine à calculer ne sont autorisées.
- Veuillez **signer** votre examen.



Question 1 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

Un wagon de masse  $M$  descend à vitesse constante  $\vec{v}_w$  une pente inclinée d'un angle  $\alpha = \frac{\pi}{6}$ . A l'instant où le wagon passe à la hauteur d'un cascadeur de masse  $m$ , celui-ci s'élance dans le vide avec une vitesse horizontale. Il se trouve alors à une distance  $d$  du wagon telle que  $gd = \sqrt{3}v_w^2$ .

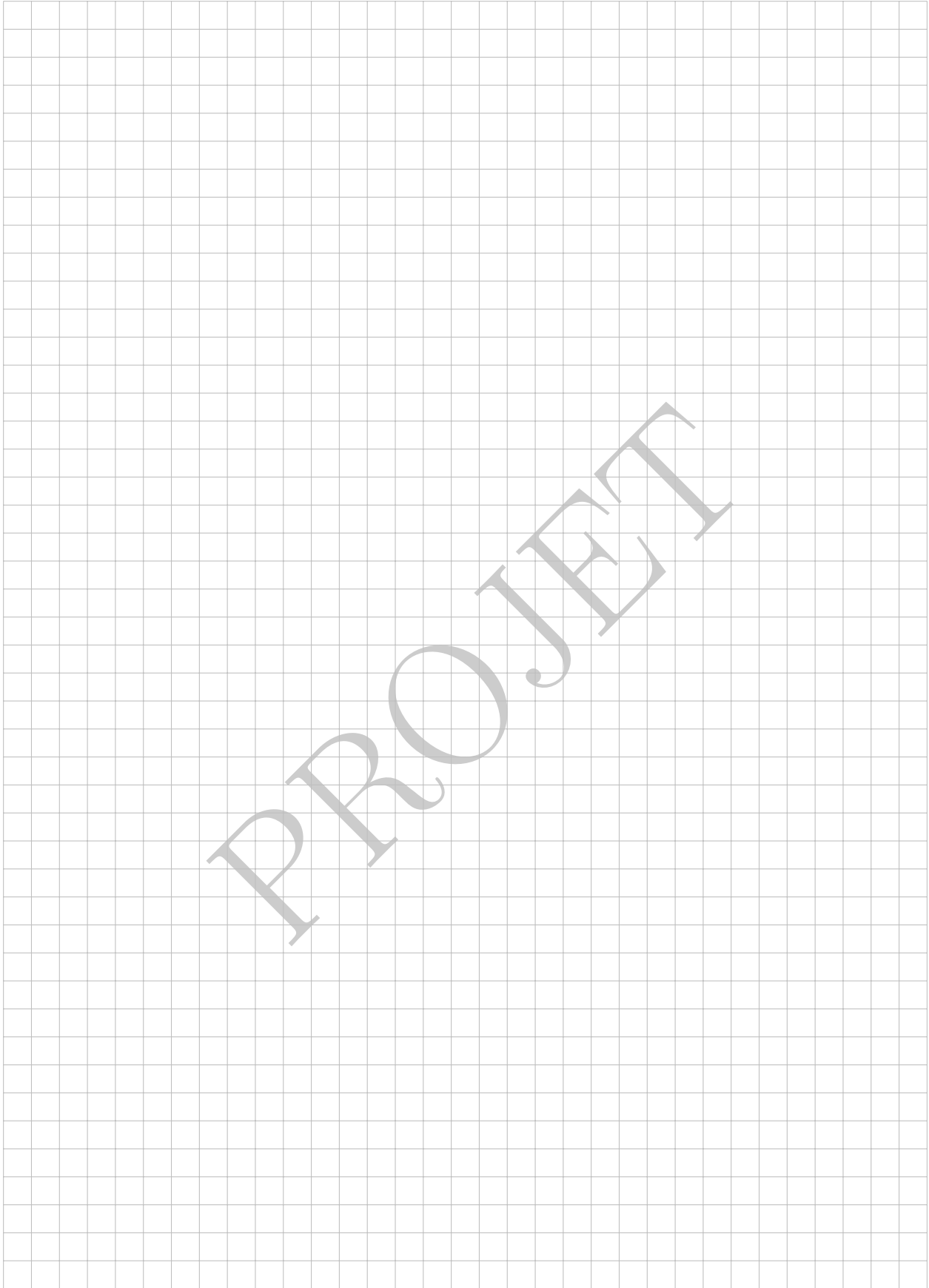


Déterminer la vitesse de saut  $\vec{v}_0$  du cascadeur de sorte à ce qu'il tombe dans le wagon.

PROJET



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.



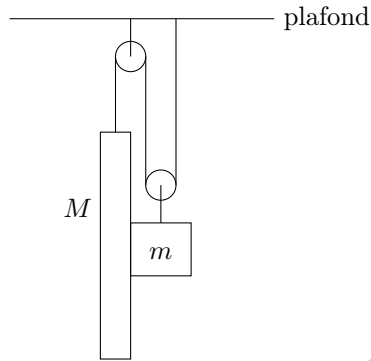




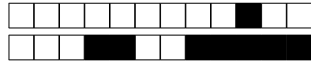
Question 2 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

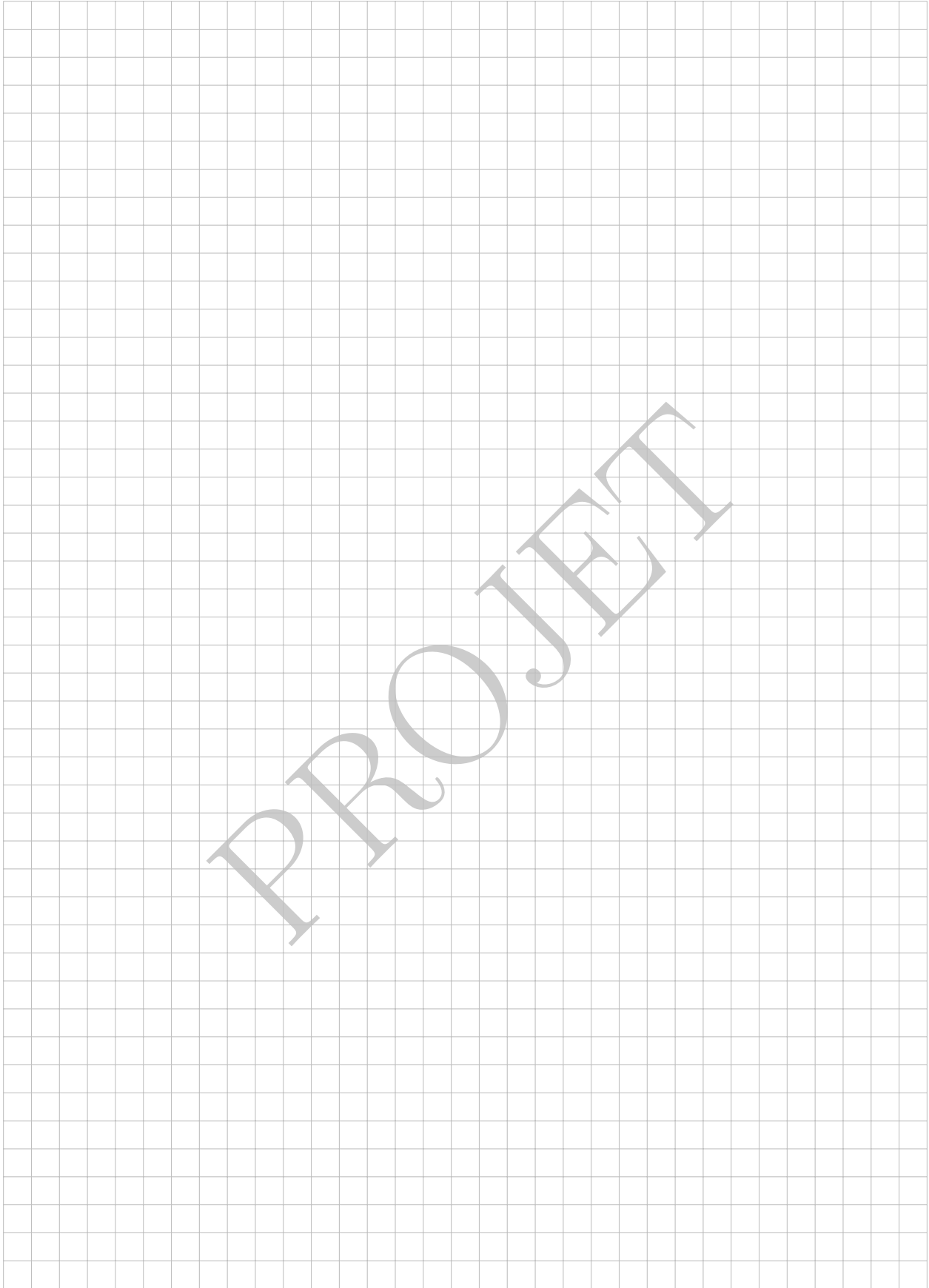
Un bloc de masse  $M$  est suspendu à un fil (sans masse et inextensible). Ce fil passe sur une petite poulie fixée à un plafond et sur une seconde poulie retenant un deuxième bloc, de masse  $m < M$ , comme illustré par le dessin. Les poulies sont de masse négligeable.



Connaissant la norme  $f$  du frottement entre les deux blocs, déterminer l'accélération du bloc de masse  $m$ .



PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

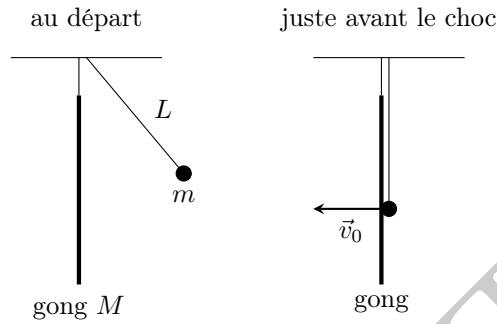




Question 3 : Cette question est notée sur 8 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> <sub>8</sub> Réservé au correcteur

Une petite boule de masse  $m = 1 \text{ kg}$  est suspendue à un fil de longueur  $L = 0.9 \text{ m}$  fixé à un plafond. Elle est lâchée (sans vitesse initiale) depuis une position où le fil, tendu, n'est pas vertical et vient frapper horizontalement un gong (plaque métallique) de masse  $M = 8 \text{ kg}$  avec une vitesse de norme  $v_0 = 3 \text{ m s}^{-1}$ . Sous l'effet du choc, le gong acquiert une vitesse de norme  $V = 0.5 \text{ m s}^{-1}$ . On admettra  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ .

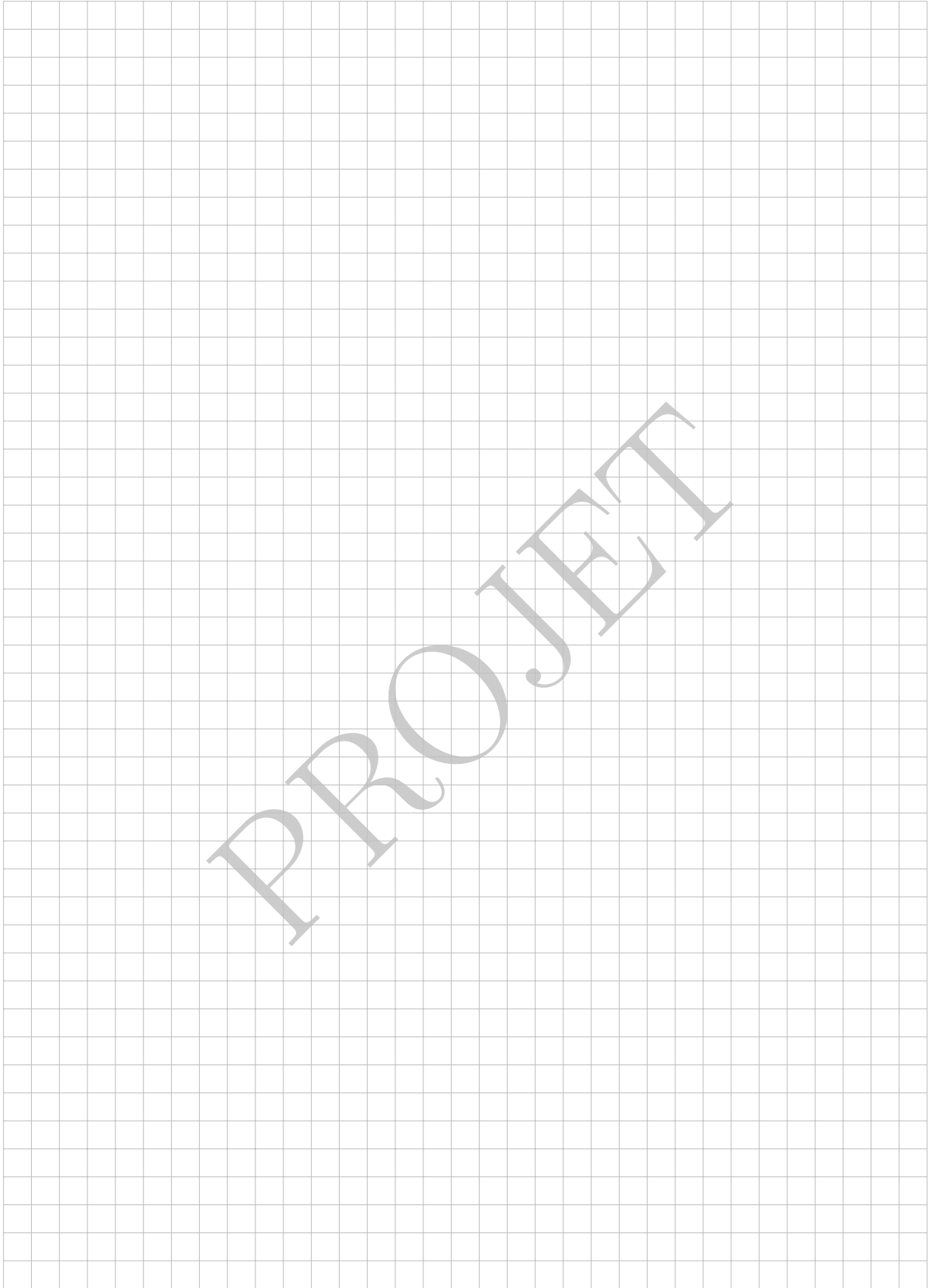
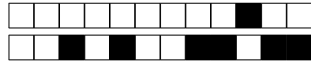


1. Quel a été l'angle entre le fil et la verticale à l'instant du départ de la boule?
2. Déterminer la vitesse de la boule juste après le choc.
3. Déterminer l'énergie mécanique dissipée (ou libérée) par le coup de gong.

PROJET



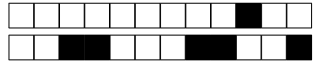
PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

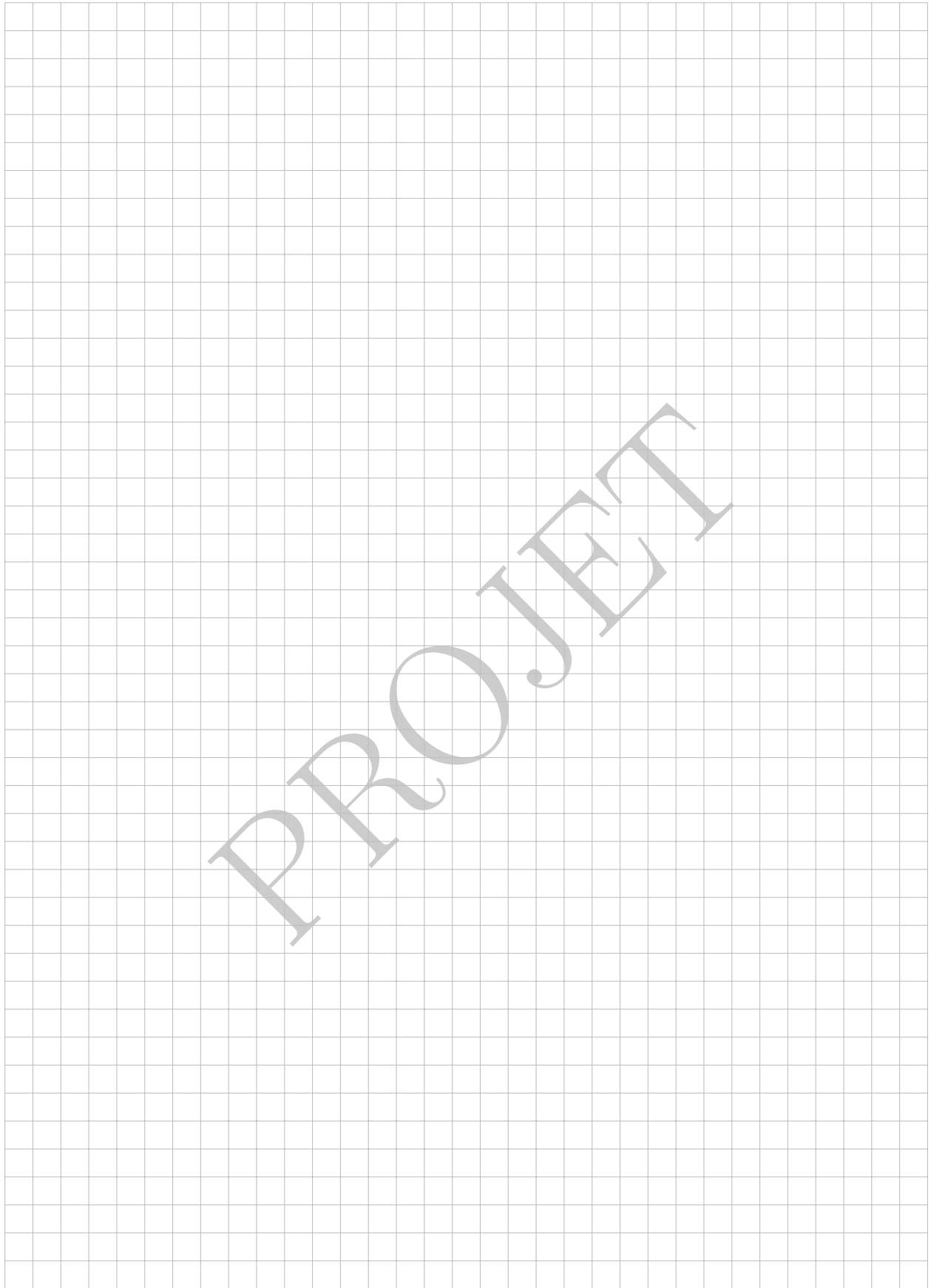
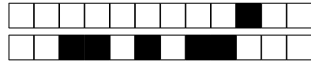






PROJET





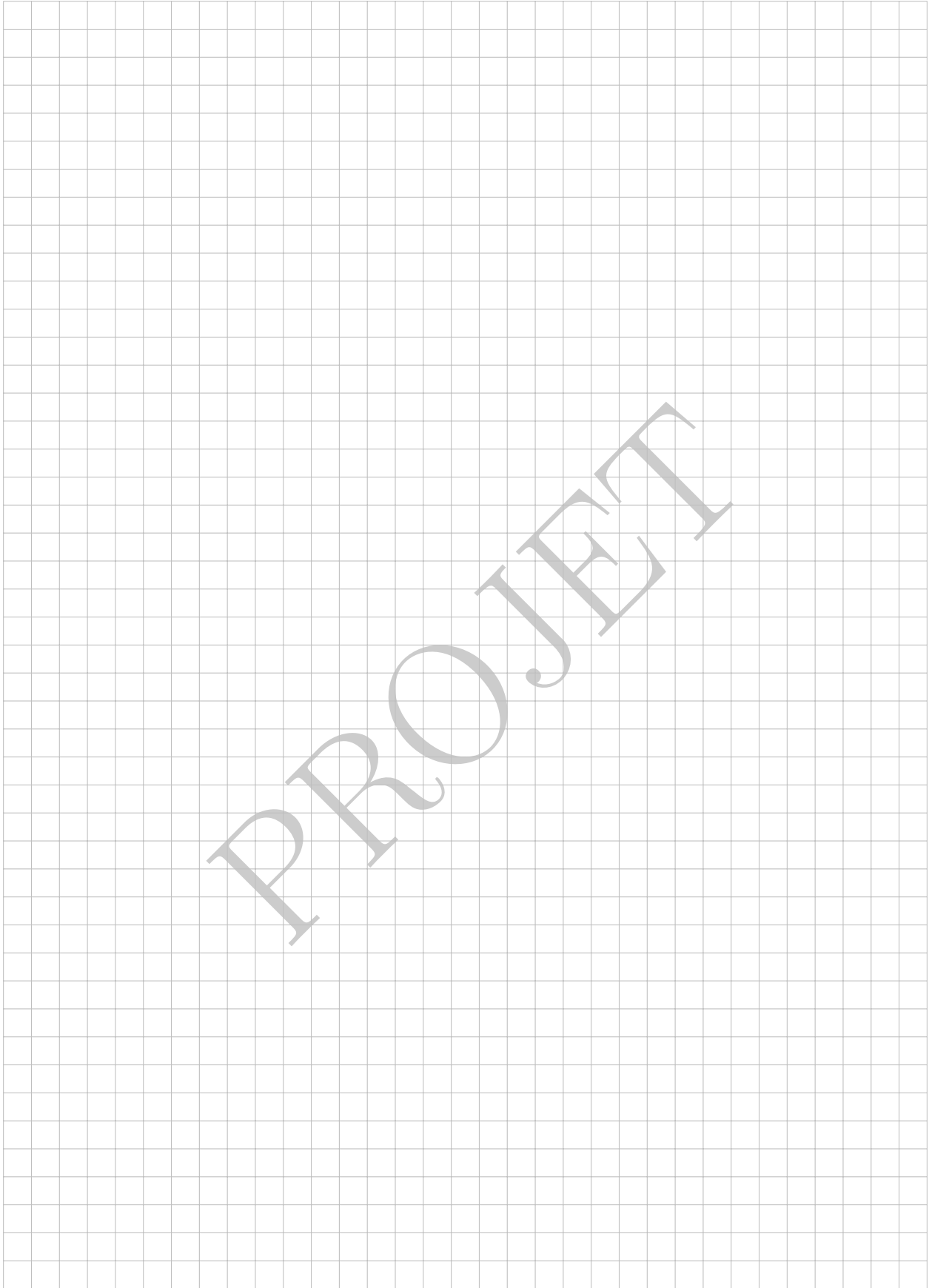
Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.







PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.





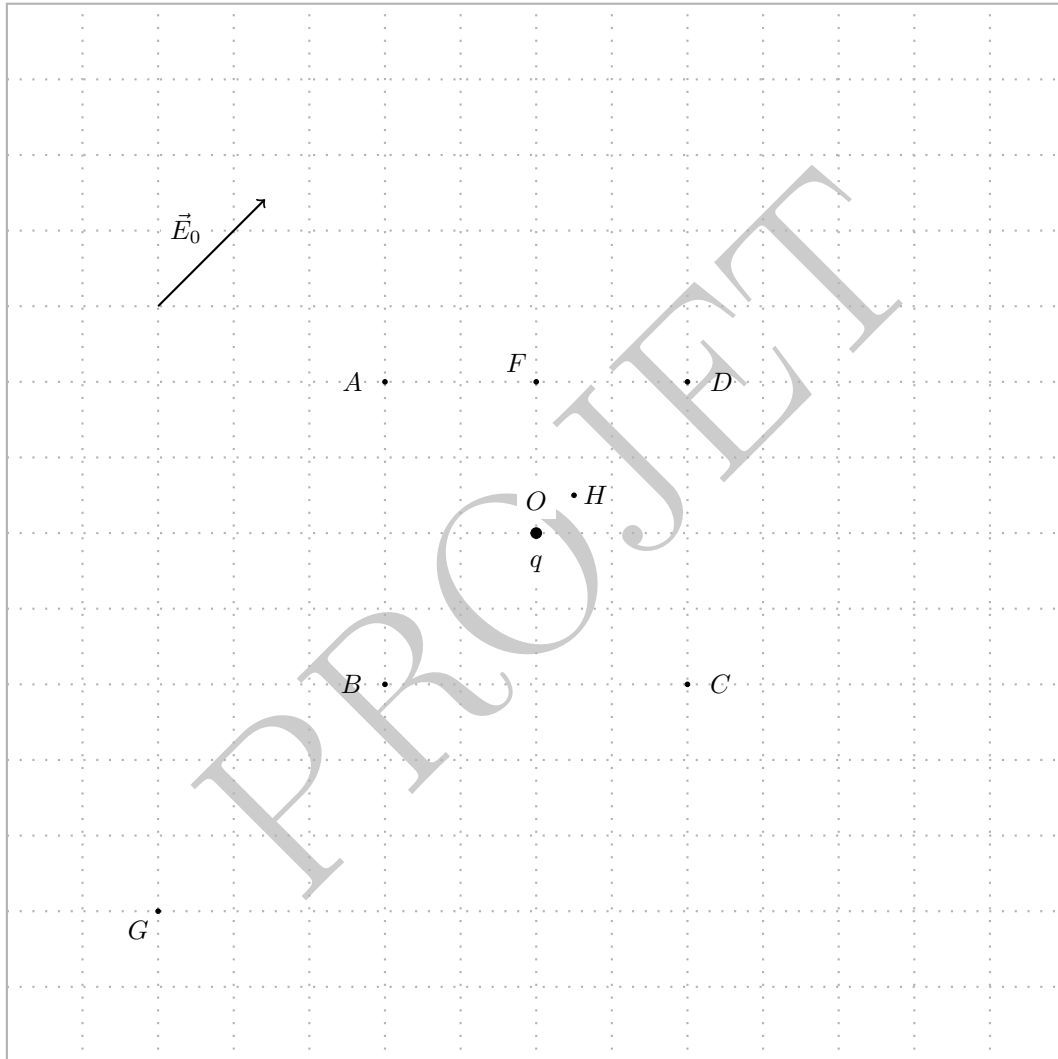
Question 6 : Cette question est notée sur 9 points.

\_0 \_1 \_2 \_3 \_4 \_5 \_6 \_7 \_8 \_9

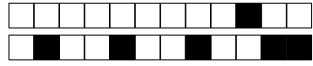
Réservé au correcteur

Le cadre ci-dessous délimite une région de l'espace dans laquelle règne un champ électrique uniforme  $\vec{E}_0$ . Dans cette région, on fixe une charge électrique ponctuelle  $q$ ,  $q > 0$ , au centre  $O$  d'un carré  $ABCD$  de diagonale  $BD$  parallèle à  $\vec{E}_0$ .

L'intensité du champ électrique que produit la charge  $q$  en  $F$ , point milieu du côté  $AD$ , est égale à  $E_0 = \|\vec{E}_0\|$ .



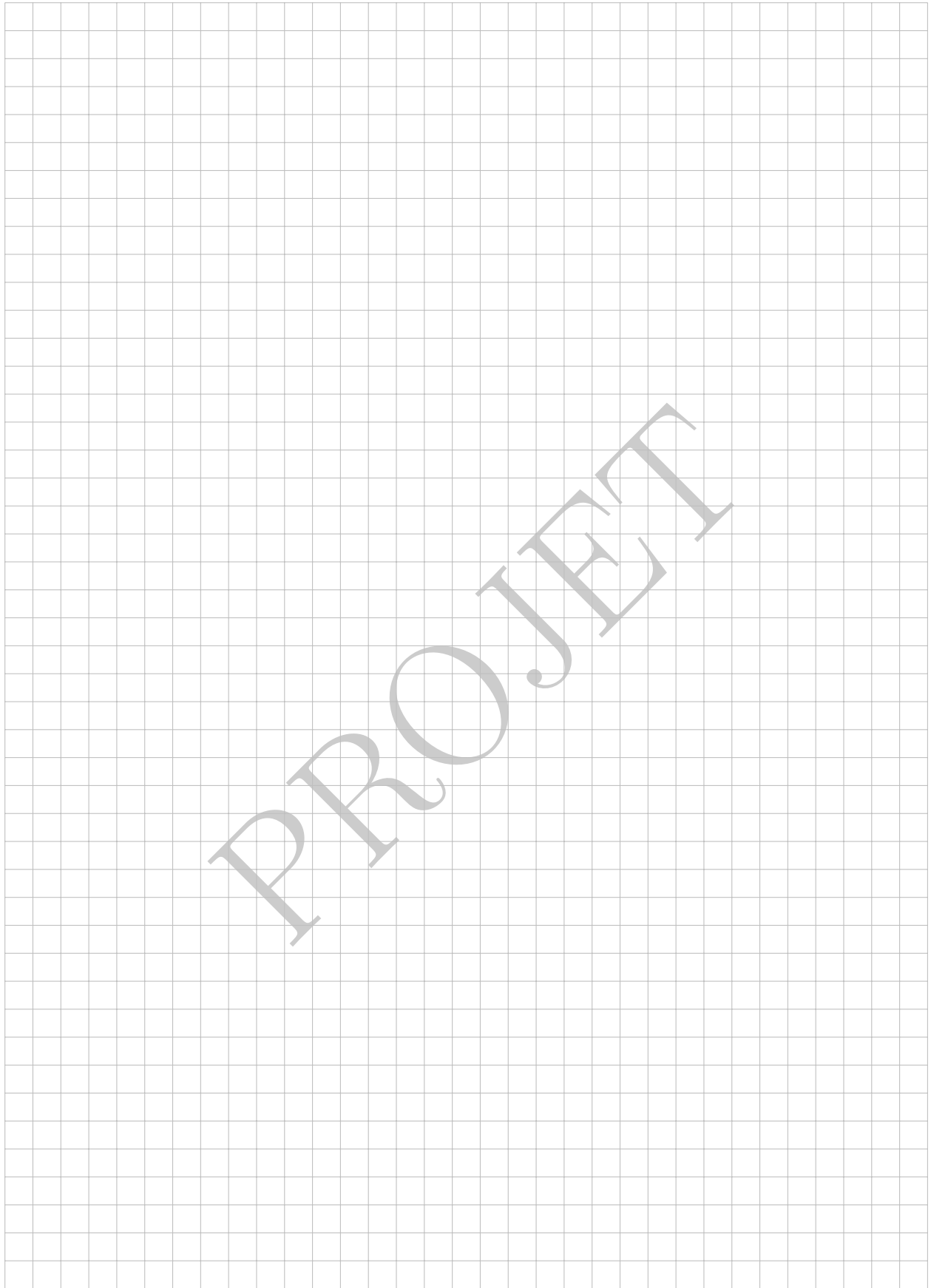
1. Exprimer la norme du vecteur champ électrique résultant au point  $D$  en fonction de l'intensité  $E_0$ .
2. Représenter graphiquement avec précision le vecteur champ électrique résultant aux points  $A$  et  $C$ .
3. Tracer suffisamment de lignes de champ pour avoir l'allure du champ électrique résultant dans la région délimitée par le cadre.
4. Esquisser le plus précisément possible les équipotentielles passant par les points  $A$ ,  $G$  et  $H$ .



PROJET



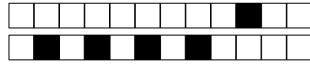
PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.







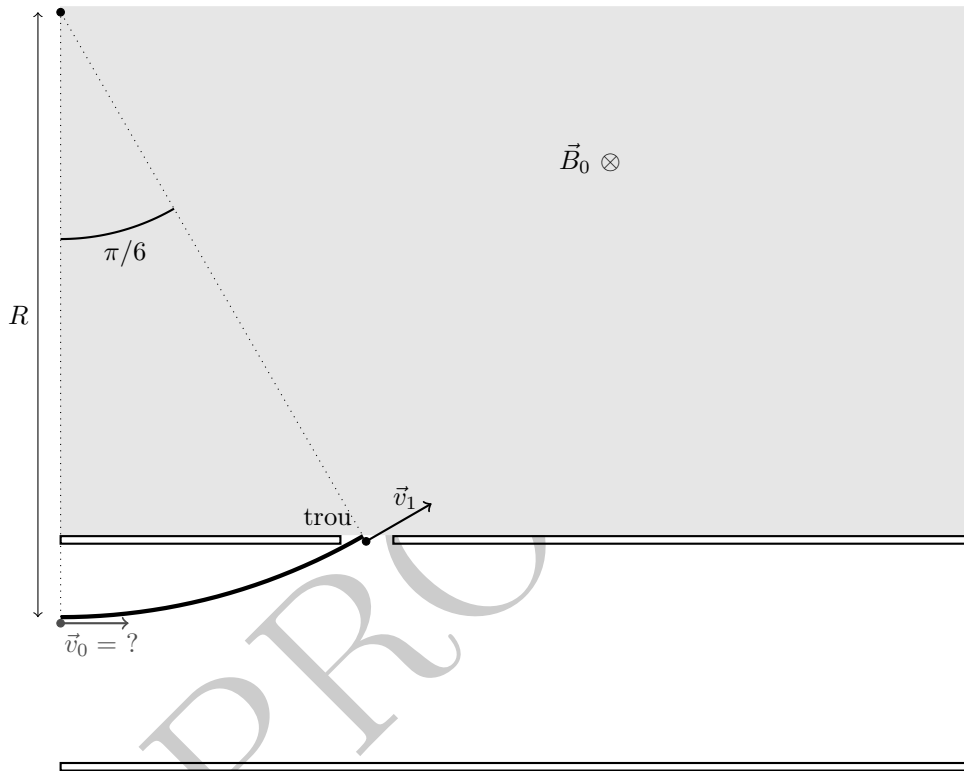
Question 7 : Cette question est notée sur 9 points.

<sub>0</sub>
<sub>1</sub>
<sub>2</sub>
<sub>3</sub>
<sub>4</sub>
<sub>5</sub>
<sub>6</sub>
<sub>7</sub>
<sub>8</sub>
<sub>9</sub>
Réservé au correcteur

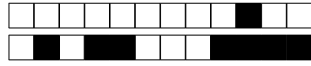
Une petite bille chargée positivement (charge  $q > 0$  et masse  $m$ ) suit un rail en arc de cercle de rayon  $R$  et d'angle au centre  $\pi/6$ . Ce rail se trouve dans un condensateur plan, d'armatures horizontales, dans lequel règne un champ électrique uniforme d'intensité  $E_0$  permettant de plaquer la bille sur le rail.

Quittant le rail avec une vitesse  $\vec{v}_1$ , la bille entre dans une région (représentée en gris sur la figure ci-dessous) dans laquelle règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_0$  horizontal entrant.

Dans ce problème, le poids et les frottements sont supposés négligeables.



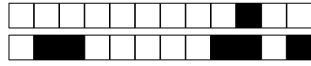
1. Indiquer sur le dessin ci-dessus la direction et le sens du champ électrique  $\vec{E}_0$ .
2. Déterminer la condition que doit satisfaire la norme de  $\vec{v}_1$  pour que la bille soit plaquée sur le rail juste avant d'atteindre son extrémité.
3. Déterminer la norme de la vitesse horizontale de la bille sur le rail lorsqu'elle pénètre dans le condensateur.
4. Esquisser la trajectoire de la bille dans la région où règne le champ magnétique  $\vec{B}_0$ . Donner la nature précise de cette trajectoire (ligne droite, parabole, hyperbole, etc) en justifiant votre réponse.



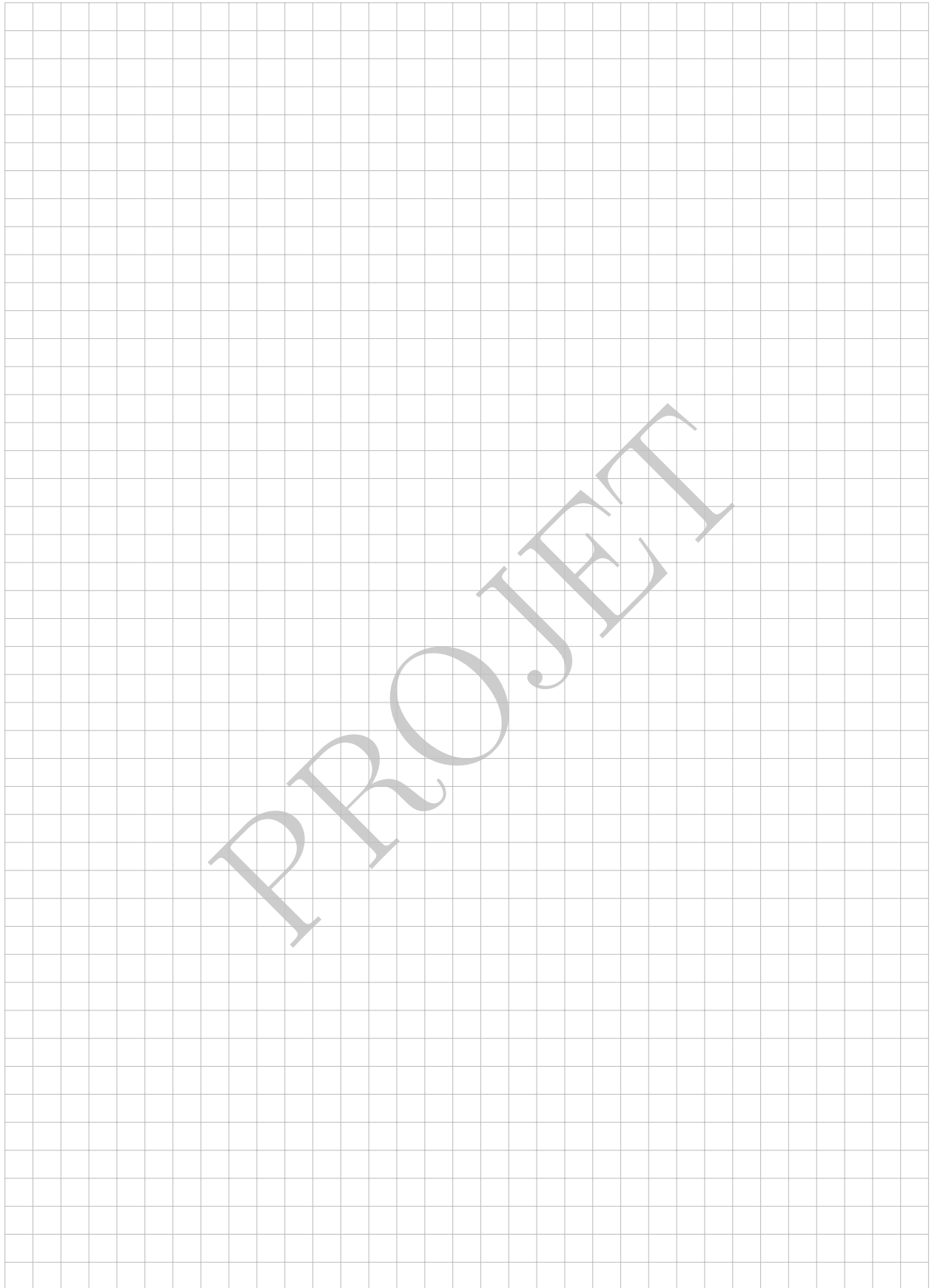
PROJET



PROJET

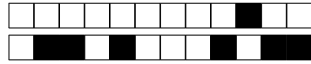


PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

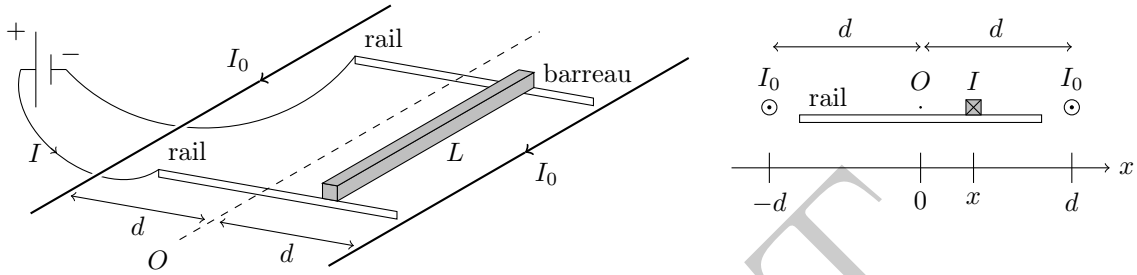




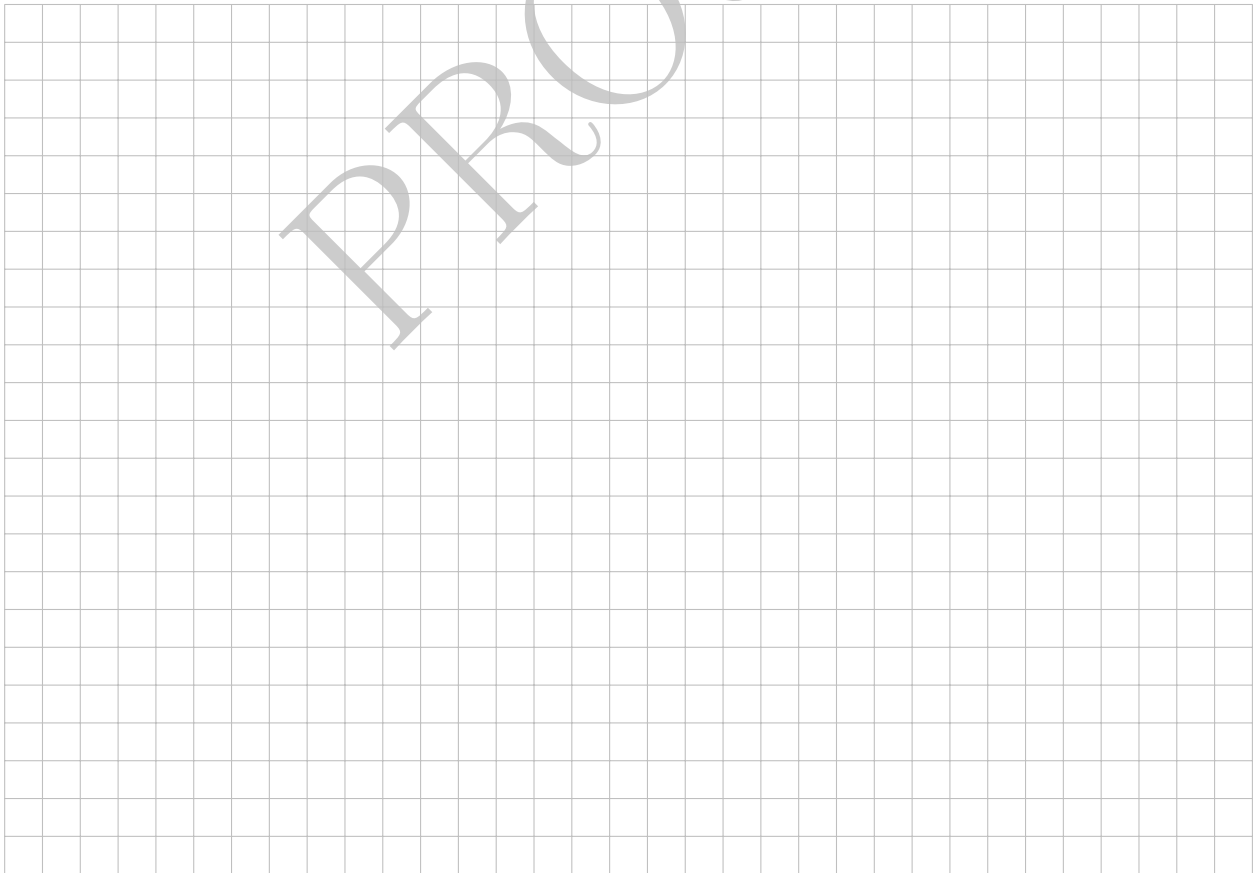
Question 8 : Cette question est notée sur 7 points.

<sub>0</sub> <sub>1</sub> <sub>2</sub> <sub>3</sub> <sub>4</sub> <sub>5</sub> <sub>6</sub> <sub>7</sub> Réservé au correcteur

Deux fils rectilignes parallèles sont fixés sur une table à une distance  $2d$  l'un de l'autre. Ils sont parcourus par un même courant  $I_0$ . On note  $O$  la droite parallèle aux fils située à équidistance entre les fils. Entre les deux fils, un barreau conducteur de longueur  $L$  et de masse  $m$  peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles, connectés à un générateur engendrant dans le barreau un courant  $I$  opposé à  $I_0$ . A tout moment, le barreau reste parallèle aux fils rectilignes. Tout phénomène d'induction magnétique est négligeable.

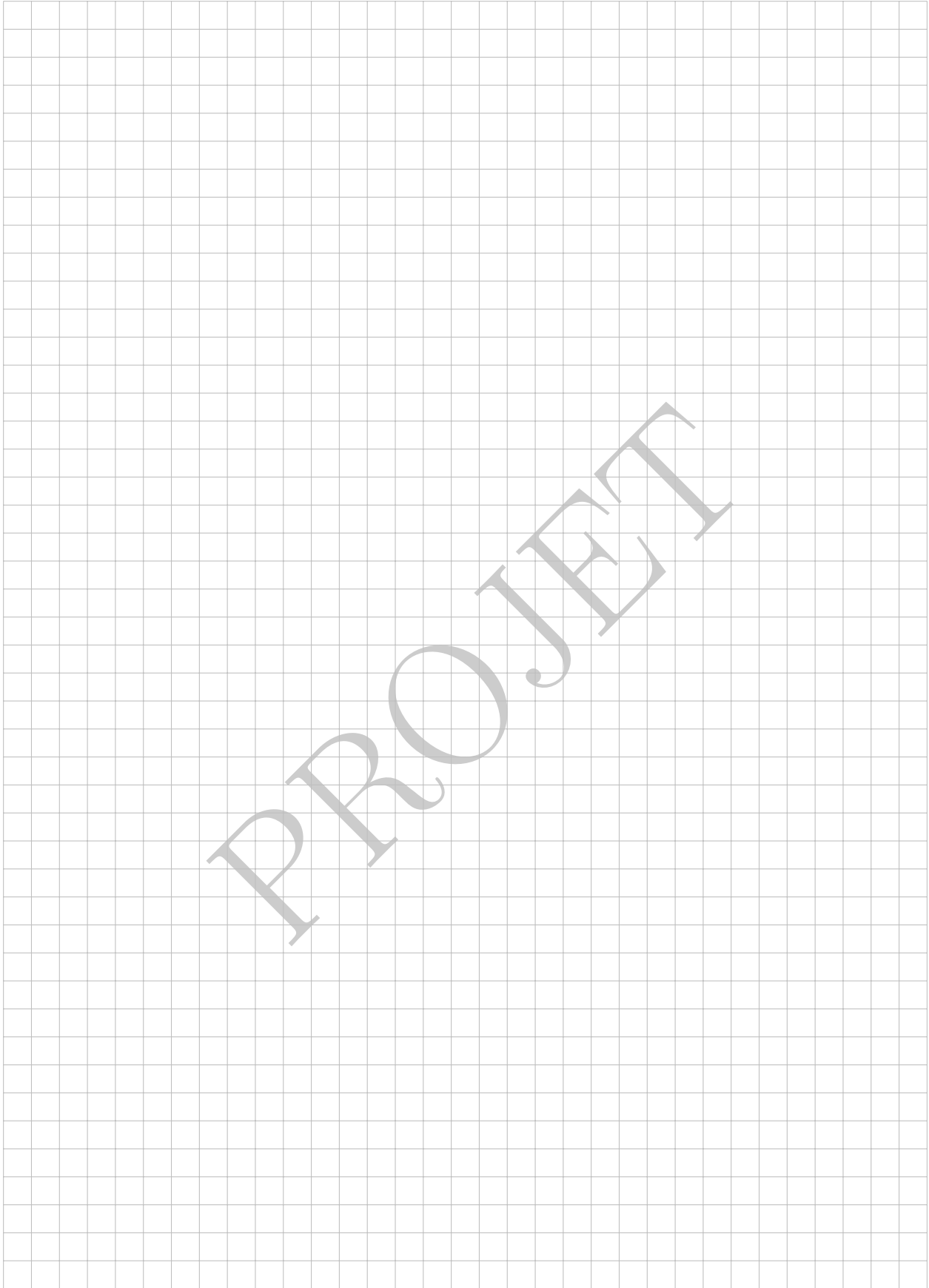


- Déterminer toutes les forces (direction, sens et norme) exercées sur le barreau lorsqu'il se trouve à la distance  $x$  de la droite  $O$ .  
Pour rappel, l'intensité du champ magnétique à une distance  $r$  d'un fil rectiligne parcouru par un courant  $I_{fil}$  vaut  $B = \frac{\mu_0 I_{fil}}{2\pi r}$ .
- En admettant qu'à tout instant  $t$  on a  $x(t) \ll d$ , donner la période de l'oscillation du barreau autour de la droite  $O$ .





PROJET



Pour chaque feuille supplémentaire, coller l'étiquette avec le code-barre par dessus un des cadres ci-après.

