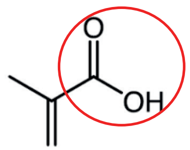
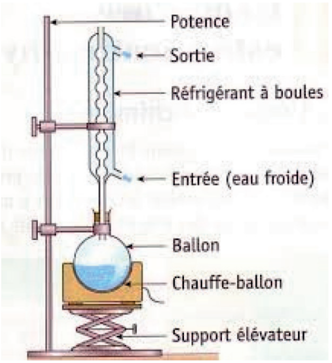
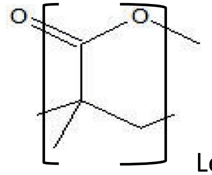
EXERCICE I : VERS LA SYNTHÈSE DU PLEXIGLAS (10 points)

	Compétences du programme	**Éléments de réponses**	**Barème**
1.1.	Élaborer des stratégies en synthèse organique	Hotte, blouse, lunettes et gants car l'acide méthacrylique corrosif et toxique.	0,5
1.2	Représenter des formules topologiques d'isomères de constitution, à partir d'une formule brute ou semi-développée. Groupes caractéristiques et familles fonctionnelles (alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques)	 *Si un candidat entoure en plus la double liaison carbone-carbone, il n'est pas sanctionné.*	0,75
1.3.	Identifier, à partir d'observations ou de données expérimentales, un transfert d'ion hydrogène, les couples acide-base mis en jeu et établir l'équation d'une réaction acide-base.	L'acide méthacrylique est un acide au sens de Brönsted car il peut céder un proton H^+ du groupe -COOH. Couple $C_4H_6O_2$ / $C_4H_5O_2^-$. *Un couple fourni à l'aide de formules développées, semi-développées ou topologiques est accepté.*	0,5
1.4.	Établir l'équation d'une réaction acide-base.	$HA(aq)+H_2O(\ell) \leftrightarrows A^-(aq)+ H_3O^+(aq)$	0,5
1.5.	Associer K_A à l'équation de réaction correspondante	$K_A = \frac{[A^-]eq.[H_3O^+]eq}{[HA]eq.c^0}$ *On tolère l'absence de la mention « eq » et celle de c^0.*	0,25
1.6.	Prévoir la composition finale d'une solution aqueuse de concentration donnée en acide fort ou faible apporté. pH = - log ([H_3O^+] / c°) avec c° = 1 mol·L^{-1}, concentration standard. Déterminer, à partir de la valeur de la concentration en ion oxonium H_3O^+, la valeur du pH de la solution et inversement.	Calcul de la concentration en quantité de matière initiale en acide méthacrylique : $c = 1{,}16\ mol \cdot L^{-1}$ À l'aide de l'expression du K_A, on résout l'équation du 2nd degré pour trouver la concentration en ion oxonium soit $[H_3O^+]eq = 4{,}8.10^{-3}$ mol/L donc pH = $-\log\left(\frac{[H_3O^+]eq}{c_0}\right)$ =2,3. *Autre méthode par approximation et qui conduit au même résultat :* $K_A = \frac{[C_4H_5O_2^-]eq[H_3O^+]eq}{[C_4H_6O_2]eq.c^0} = \frac{[H_3O^+]^2}{(c-[H_3O^+]).c^0} \approx \frac{[H_3O^+]eq^2}{c.c^0}$	1

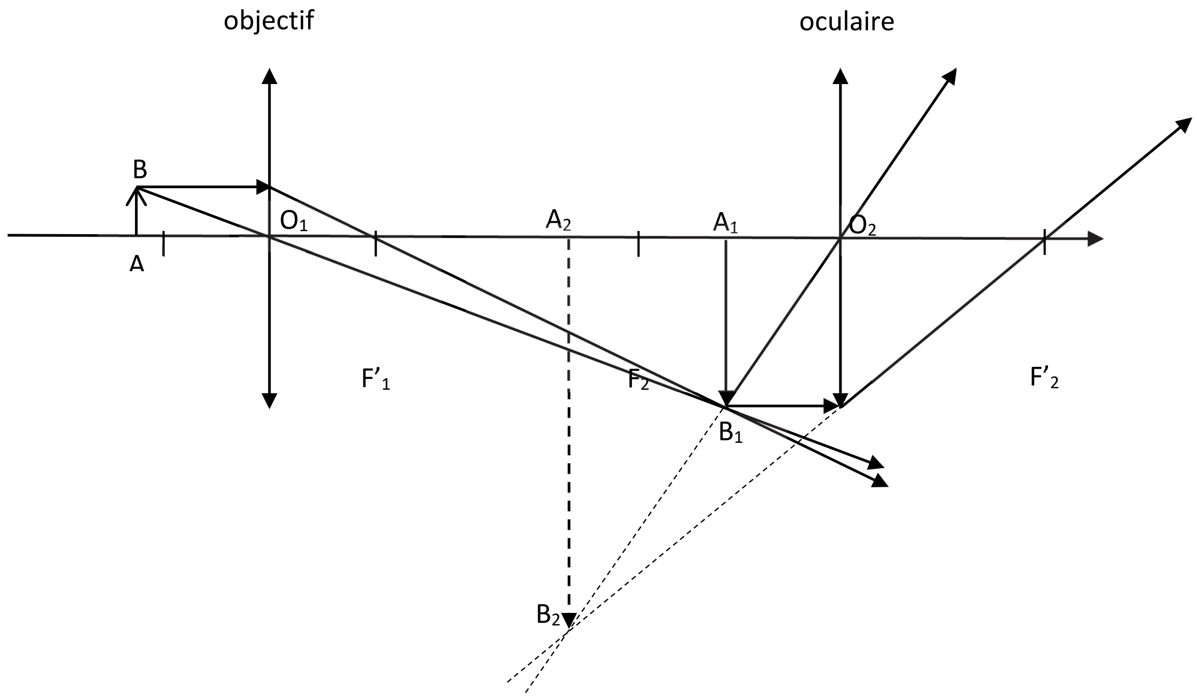
2.1.	Étapes d'un protocole (transformation, séparation, purification, identification)	Montage à reflux :  Nom de l'étape a : transformation chimique.	0,75
2.2.	Écriture symbolique d'une réaction chimique. (seconde)	$C_4H_6O_2 + CH_4O \rightarrow C_5H_8O_2 + H_2O$. *Les symboles → ou = ou ⇄ sont acceptés.*	0,5
2.3.	Élaborer des stratégies en synthèse organique.	La phase organique est la phase supérieure et la phase aqueuse est la phase inférieure car la densité de l'éther diéthylique (0,71) est inférieure à celle de l'eau (1,0). Composition des deux phases : - phase organique : éther diéthylique + méthacrylate de méthyle (+ traces de phase aqueuse) - phase aqueuse : eau + traces d'acide méthacrylique et de méthanol (+ traces de phase organique) *Ne pas sanctionner un candidat qui n'indique pas les traces indiquées entre parenthèse.*	0,75
2.4.	Élaborer des stratégies en synthèse organique.	Etape c : élimination du solvant et purification On surveille la température des vapeurs en haut de la colonne : éther diéthylique (Teb 35°C) et méthacrylate de méthyle (Teb 101°C).	0,5
2.5.	Déterminer une quantité de matière dans un échantillon. (seconde)	$n_{acide} = \frac{m_{acide}}{M_{acide}} = \frac{10,0}{86,1}$ = 0,116 mol $n_{méthanol} = = \frac{m_{méthanol}}{M_{méthanol}} = \frac{\rho V}{M} = \frac{0,79 \times 35}{32,0}$ = 0,86 mol.	0,75
2.6.	Déterminer la composition du système dans l'état final en fonction de sa composition initiale pour une transformation considérée comme totale.(première spécialité)	La réaction se faisant mole à mole entre l'acide méthacrylique et le méthanol, dans l'hypothèse qu'elle soit totale, on a $n_{MMA\ max} = n_{acide}$ = 0,116 mol $m_{MMA\ max} = m_{MMA\ max} \times M_{MMA}$ = 0,116 × 100 = 11,6 g.	0, 5

2.7.	Justifier l'optimisation de la vitesse de formation d'un produit et l'augmentation du rendement d'une synthèse.	Pour augmenter la vitesse de formation du MMA : utilisation d'un catalyseur (H_2SO_4) ou bien chauffage. Pour augmenter le rendement : excès du réactif méthanol.	0,5
3.1.	Identifier le motif d'un polymère à partir de sa formule.	 Le motif	0,25
3.2.	Identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge	Au cours de la transformation, il y a la disparition de la bande d'absorption de la liaison C=C entre 1600 et 1700 cm^{-1}(passage de MMA à PMMA).	0,5
3.3.	À partir de données expérimentales, déterminer un temps de demi-réaction.	Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est compris entre 60 min et 80 min, la transformation est donc lente.	0,5
3.4.	À partir de données expérimentales, déterminer une vitesse volumique de disparition d'un réactif.	$v_p(t=0)$ comprise entre 250 mmol/L/h et 375 mmol/L/h (selon le tracé de la tangente sur le graphique par le candidat). *Accepter toute réponse cohérente.*	0,5
3.5.	Identifier, à partir de données expérimentales, si l'évolution d'une concentration suit ou non une loi de vitesse d'ordre 1.	La courbe qui représente v_p = f([MMA]) est une droite qui passe par l'origine, donc v_p est proportionnelle à [MMA] : la polymérisation du MMA suit une loi de vitesse d'ordre 1.	0,5

EXERCICE A : SAUT À l'ELASTIQUE (5 points)			
	Compétences du programme	**Éléments de réponses**	**Barème**
1.	Utiliser la deuxième loi de Newton dans des situations variées pour en déduire : - le vecteur accélération du centre de masse, les forces appliquées au système étant connues ; - la somme des forces appliquées au système, le mouvement du centre de masse étant connu.	Système : personne (*non exigible*) Référentiel : terrestre considéré galiléen (*non exigible*) Bilan des forces : le poids seulement car on se place dans le cas du modèle de la chute libre D'après la 2ème loi de Newton, $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ $\vec{P} = m\vec{a}$ $m\vec{g} = m\vec{a}$ $\vec{g} = \vec{a}$ Coordonnées de $\vec{a}$: $\begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$	0,75
2.	Établir les équations horaires du mouvement.	Coordonnées de $\vec{a}$: $\begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$ On cherche une primitive au vecteur accélération pour trouver le vecteur vitesse car $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ $\vec{v}$ $\begin{pmatrix} A \\ -g \cdot t + B \end{pmatrix}$ A et B étant des constantes à déterminer Le système est avec vitesse initiale verticale vers le bas, donc A = 0 et B = – v_0, d'où les coordonnées du vecteur vitesse sont : $\vec{v}$ $\begin{pmatrix} 0 \\ -g \cdot t - v_0 \end{pmatrix}$ On cherche une primitive au vecteur vitesse pour trouver le vecteur position car $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OS}}{dt}$ $\overrightarrow{OS}$ $\begin{pmatrix} C \\ -\frac{1}{2} g \cdot t^2 - v_0 \cdot t + D \end{pmatrix}$ C et D étant des constantes à déterminer Le système est lâché à la hauteur H initialement, donc C = 0 et D = H, d'où les coordonnées du vecteur position sont : $\overrightarrow{OS}$ $\begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{1}{2} g \cdot t^2 - v_0 \cdot t + H \end{pmatrix}$.	1
3.	Exploiter les équations horaires du mouvement.	Le modèle choisi est pertinent car : (*on attend deux arguments parmi les suivants*) - l'équation horaire est de la même forme que celle issue de la loi 2ème de Newton (polynôme du second degré) - dans l'équation 4,90 ≈ ½ g - la hauteur initiale mesurée est 49,8 m en cohérence avec la hauteur du pont d'environ 50m	0,5
4.	Exploiter les équations horaires du mouvement.	La longueur de l'élastique sans étirement est égale à L_0. Ainsi on cherche la date t à laquelle z(t) = H – L_0 $H - L_0 = -4{,}90 \times t^2 - 1{,}10 \times t + 49{,}8$ $50 - 8 = -4{,}90 \times t^2 - 1{,}10 \times t + 49{,}8$ $0 = -4{,}90 \times t^2 - 1{,}10 \times t + 7{,}8$	0,75

		En résolvant l'équation du 2nd degré, on trouve $t = 1{,}2$ s	
5	Exploiter les équations horaires du mouvement.	$v_z = -g \cdot t - v_0 = -9{,}81 \times 1{,}2 - 1{,}10 = -12{,}9\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ donc la valeur de la vitesse atteinte à cet instant est de $12{,}9\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.	0,25
6.1.	Étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique.	Courbe A : énergie mécanique car elle correspond à la somme des 2 autres Courbe B : énergie potentielle de pesanteur car quand z diminue durant les phases 1 et 2, cette énergie diminue. Courbe C : énergie cinétique car elle augmente durant la 1ère phase alors que l'énergie potentielle de pesanteur diminue.	0,5
6.2.	Exploiter la conservation de l'énergie mécanique dans le cas du mouvement dans un champ uniforme.	À partir de la phase 2, le rôle de l'élastique apparait à travers une force (ou une action) due à l'élastique sur le sauteur modifiant ainsi le calcul de l'énergie mécanique. Il y a également une influence des forces de frottements. *On acceptera que le candidat ne mentionne que l'une ou l'autre des deux forces.*	0,5
6.3.	Utiliser l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur pour un système au voisinage de la surface de la Terre. (1ère Spé)	La distance maximale parcourue par rapport au pont correspond au cas où l'altitude est minimale soit pour une énergie potentielle de pesanteur minimale à la transition phase 2-3. Sur la courbe B on lit environ 23 000 J. $E_{pp} = m \cdot g \cdot z$ $z = \frac{E_{pp}}{m \cdot g} = \frac{23\,000}{80 \times 9{,}81} = 29\ \text{m}$ Or l'altitude de départ est égale à 50 m, donc la distance maximale parcourue est égale à 21m. $4 \cdot L_0 = 4 \times 8 = 32$ m La distance parcourue est inférieure à $4 \cdot L_0$ donc le critère est validé.	0,75

EXERCICE B : MESURE ÉPAISSEUR (5 points)

	Compétences du programme	Éléments de réponses	Barème
1.1	Réaliser la construction géométrique modélisant la propagation de la lumière à travers un système optique composé de lentilles minces convergentes	Tracé :  *Le tracé en pointillé n'est pas exigible pour l'image A_2B_2 et ses rayons de construction.*	0,5
1.2	Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente. (1ère Spé)	L'image définitive A_2B_2 est renversée, agrandie et virtuelle. *Au moins deux caractéristiques sont attendues.* *Toute réponse cohérente avec la construction réalisée par le candidat est acceptée.*	0,5
1.3	Caractériser un système afocal	Pour que l'image soit à l'infini il faut que l'image intermédiaire A_1B_1 se trouve dans le plan focal objet de l'oculaire.	0,25
1.4	Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.).	Différence des deux graduations : 150 – 128 = 22 22 graduations × 20 µm/10 graduations = 44 µm e = 44 µm × n = 66 µm. La valeur calculée est comprise dans l'intervalle fourni par l'énoncé.	0,75

2.1.	Relier l'intensité d'un courant électrique au débit de charges Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas de sa charge par une source idéale de tension et dans le cas de sa décharge.	Loi des mailles : $E = u_R + u_C$ $u_R = R\cdot i$ or $i = \frac{dq}{dt}$ et $q = C\cdot u_C$ d'où $u_R = R\cdot C\cdot\frac{du_C}{dt}$ $R\cdot C\cdot\frac{du_C}{dt} + u_C = E$ ou $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}\cdot u_C = \frac{E}{R\cdot C}$	0,75
2.2	Résoudre l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas précédent	La solution générale de l'équation différentielle est de la forme : $u_C(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$ Quand le régime permanent est atteint, alors $u_C(t) = E = B$ car $e^{-\frac{t}{\tau}}$ tend vers 0. À t=(0), $u_C(t) = 0$ d'où $0 = Ae^{-\frac{0}{\tau}} + E$ soit A = –E Ainsi $u_C(t) = -Ee^{-\frac{t}{\tau}} + E = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ donc $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$ Substituons ces expressions dans l'équation différentielle : $\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{RC}\cdot E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{E}{R\cdot C}$ $\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} - \frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$ $\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{\tau}}$ d'où $\tau = RC$	1,0
2.3	Déterminer le temps caractéristique d'un dipôle RC à l'aide d'un microcontrôleur, d'une carte d'acquisition ou d'un oscilloscope.	B = E = 6,0 V d'après la figure 3. Pour $t = \tau$, $u_C(\tau) = E\left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right) = E(1 - e^{-1}) = 0{,}63 \times E = 3{,}8$ V Sur la figure 3, on se place à 3,8V et par lecture graphique on lit $\tau = 6{,}0\text{x}10^{-5}$ s *On accepte la détermination à l'aide la méthode de la tangente à l'origine*	0,5
2.4	Réaliser un calcul	$\tau = R\cdot C$ donc $C = \tau/R$ $C = 6\times10^{-9}$ F	0,25
2.5	Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.).	Calcul de la surface $S = 20 \times 20 = 4{,}0\times10^{2}$ cm² $= 4{,}0\times10^{-2}$ m² $C = 1{,}95\times10^{-11}\times\frac{S}{2e}$ donc $e = 1{,}95\times10^{-11}\times\frac{S}{2\,C}$ $e = 1{,}95\times10^{-11}\times\frac{4{,}0\times10^{-2}}{2\times6{,}0\times10^{-9}} = 6{,}5\times10^{-5}$ m (soit 65 µm). Commentaire attendu, deux réponses possibles, une seule attendue : valeur cohérente avec celle obtenue dans l'expérience précédente OU BIEN valeur comprise dans l'intervalle fourni dans l'énoncé.	0,5

EXERCICE C : ÉTUDE D'UN FILM DE SAVON (5 POINTS)			
	Compétences du programme	**Éléments de réponses**	**Barème**
1.1.	Extraire et exploiter des informations	Les zones sombres correspondent à des interférences destructives et les zones blanches correspondent à des interférences constructives.	0,5
1.2.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.	Les interférences sont constructives si les ondes sont en phase et destructives si elles sont en opposition de phase.	0,5
1.3.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.	$\delta = 2\,n \cdot e - \frac{\lambda}{2} = 2 \times 1{,}34 \times 900 - \frac{600}{2} = 2112\ nm$ $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{2112}{600} \approx 3{,}5$: valeur demi-entière donc au point M, les interférences sont donc destructives.	1
2.1.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.	Les interférences sont constructives alors $\delta = k \times \lambda = 2\,n \cdot e_k - \frac{\lambda}{2}$ donc $e_k = \left(\frac{2k+1}{4}\right) \times \frac{\lambda}{n}$	0,75
2.2.	Extraire et exploiter des informations	Pour calculer l'épaisseur minimale, il faut choisir k = 0. $e_k = \left(\frac{2k+1}{4}\right) \times \frac{\lambda}{n} = \left(\frac{0+1}{4}\right) \times \frac{\lambda}{n} = \frac{458}{4 \times 1{,}34} = 85{,}4\ nm$	0,5
2.3.	Exploiter une information	L'épaisseur du film évolue au cours du temps, à cause de l'action de la gravité : l'épaisseur augmente en bas et diminue en haut, donc la zone non colorée initialement en haut va s'étendre.	0,5
2.4.	Exploiter une information Exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.	D'après la photo, au point A, les interférences sont constructives pour la lumière bleue avec k = 8 pour la lumière rouge avec k = 6. On calcule l'épaisseur du film de savon correspondante : $e_{8\ \text{bleu}} = \left(\frac{2k+1}{4}\right) \times \frac{\lambda}{n} = \left(\frac{2 \times 8+1}{4}\right) \times \frac{458 \times 10^{-9}}{1{,}34} = 1{,}45 \times 10^{-6}\text{m} = 1{,}45\ \mu\text{m}$	1

		$e_{6\ \text{rouge}} = \left(\frac{2k + 1}{4}\right) \times \frac{\lambda}{n} = \left(\frac{2\times6 + 1}{4}\right) \times \frac{600\times10^{-9}}{1,34} = 1,46\times10^{-6}\text{m} = 1,46\ \mu\text{m}$ On trouve des valeurs très proches, ce qui est cohérent avec le fait que les interférences sont constructives au point A en lumière bleue et en lumière rouge. *Autre démarche possible acceptée : on calcule l'épaisseur pour une lumière donnée et on en déduit la valeur de k pour l'autre lumière ; on obtient un entier, ce qui montre que les interférences sont constructives pour cette lumière.*	0,25