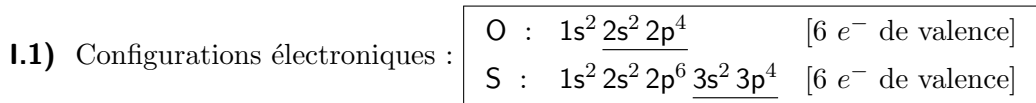


# Correction DS n°2

## I Soufre et composés oxygénés du soufre [cf. Mine-Ponts 08 PSI]



L'oxygène comme le soufre possède six électrons de valence. La valence de l'oxygène et du soufre est par conséquent de 6.

I.2) La dernière couche en cours de remplissage correspond à la période  $n$ . Lorsque la dernière sous-couche partiellement ou totalement remplis est la sous-couche  $np$ , l'élément fait partie du bloc  $p$ . Pour connaître la colonne que l'élément occupe, il faut ajouter 10 au nombre d'électrons de valence (le bloc  $d$  comportant 10 cases). On obtient donc :

élément	période	colonne
Oxygène	2	16
Soufre	3	16

I.3) L'énergie de première ionisation est l'énergie qu'il faut **fournir** à un atome (considéré dans l'état gazeux) **pour lui arracher un électron** :

$$X_{(g)} \xrightarrow{\varepsilon_{i,1}} X_{(g)}^+ + e_{(g)}^-$$

I.4) Au sein d'une même famille (ici celle des chalcogènes, colonne 16) l'énergie de première ionisation **diminue** si le numéro atomique **augmente**, car **un électron de valence est en moyenne situé de plus en plus loin du noyau** (couche  $n = 2$  pour  $O$  et  $n = 3$  pour  $S$ ) et donc plus facile à arracher.

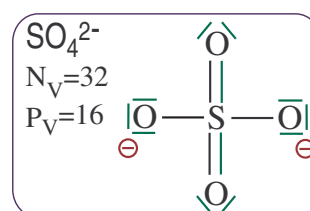
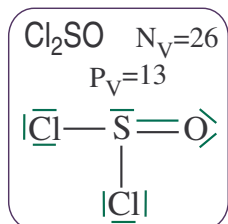
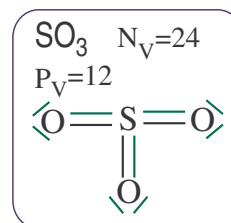
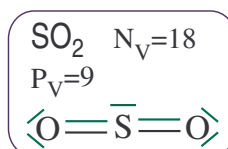
### I.5) Représentations de Lewis :

- Notations :  $N_V$  est le nombre d'électrons de valence du composé et  $P_V$  est le nombre de doublets correspondants, qu'ils soient liants ou non-liants.

- L'oxygène et le chlore, liés au soufre, doivent respecter la règle de l'octet. Par ailleurs, comme le chlore est terminal, il doit posséder trois doublets non liants.

- Le soufre peut ne pas respecter cette règle, car il appartient à la troisième période. Il est alors qualifié d' **hypervalent**.

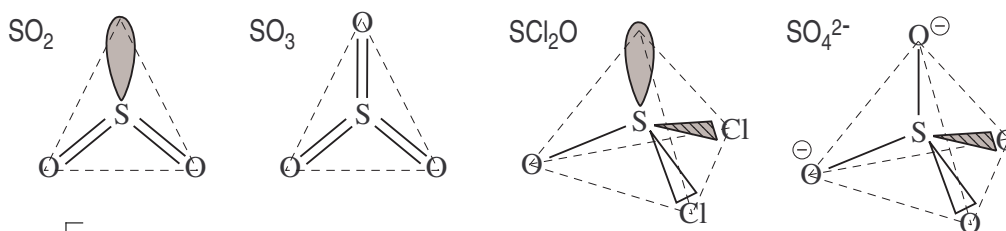
- On obtient les structures ci-contre.



**Rq** : pour l'anion, les charges sont portées par les atomes d'oxygène car ce dernier est plus électro négatif que le soufre.

I.6/7) D'après les formules de Lewis précédentes :

Composé	VSEPR	Figure de coordination	Géométrie	Angle
$SO_2$	$AX_2E_1$	triangle	molécule coudée	$119,5^\circ$
$SO_3$	$AX_3E_0$	triangle équilatéral	molécule trigonale plane	$120^\circ$
$SOCl_2$	$AX_3E_1$	tétraèdre déformé	pyramide à base triangle	$96,1^\circ$ (exp.)
$SO_4^{2-}$	$AX_4E_0$	tétraèdre régulier	molec. tétraédrique	$109,5^\circ$



• Rq : Rapport du jury 2008 :

**Q1** : Lorsque l'on demande de « proposer une structure de Lewis », il est inutile d'expliquer ici le principe de la méthode VSEPR. Nous rappelons que cette méthode donne la géométrie autour d'un atome central : ce n'est donc pas la molécule qui est  $\text{AX}_2\text{E}_1$  mais l'atome central (ici l'atome d'azote).

De nombreux candidats se sont crus obligés de préciser que « la molécule est plane », ce qui est évident pour une molécule triatomique!!

## II Arsenic et Arsine [d'après Mines-Ponts 2009 PC]

• Rq : Rapport du jury 2009 :

**Q4** : La question n'était pas « comment forme-t-on les degrés d'oxydation +III et +V? » mais « pourquoi ces degrés d'oxydation possèdent-ils une stabilité particulière? ».

On rappelle que pour ces degrés d'oxydation, on a des sous-couches électroniques de valence pleines ou demi-remplies, ce qui leur confèrent une certaine stabilité.

Un nombre inquiétant de candidats croient que pour passer du degré d'oxydation 0 au degré d'oxydation +III, il faut ajouter 3 électrons (confondant ainsi les degré d'oxydation +III et -III).

**Q5** : Ne pas confondre la géométrie des doublets électronique et la géométrie de la molécule (ce qui était demandé pour cette question). Autant donner systématiquement les deux, c'est tellement rapide... Dans la molécule d'arsine, l'atome d'arsenic est de type  $\text{AX}_3\text{E}$ , d'où une géométrie tétraédrique pour les doublets et une molécule pyramidale à base triangulaire.

**Q6** : Plus de 50% des candidats ne précisent même pas à quelle valeur théorique (ici  $109^\circ$ ) on doit comparer le résultat expérimental  $92,1^\circ$ !!

**II.1)**  $Z(\text{As}) = 33$ ,  $A(\text{As}) = 75$  et  $N = A - Z = 42$  donc : **33 protons et 42 neutrons**.

**II.2)**  $\text{As} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$  (5 électrons de valence, un doublet non liant et 3 électrons célibataires).

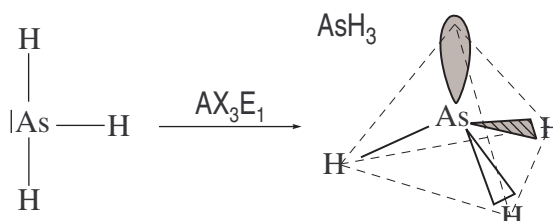
**II.3)** D'après la configuration électronique (cf. II) : **As appartient à la 4<sup>e</sup> ligne et à la 5<sup>e</sup> colonne**.

**II.4)**  $\text{As}^{+III}$  s'obtient par **perte des 3 électrons** de la sous-couche 4p.  $\text{As}^{+V}$  s'obtient par **perte des 5 électrons** de la couche de valence (orbitales des sous-couches 4s et 4p).

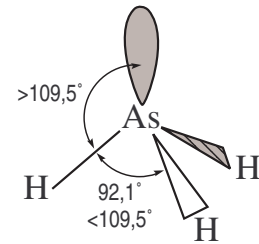
**II.5)** Nombre d'électrons de valence et nombre de doublets électroniques liants ou non-liants pour  $\text{AsH}_3$  :

$$N_V = 5 + 3 \times 1 = 8 \quad \text{et} \quad P_V = \frac{8}{2} = 4$$

L'atome d'arsenic est de type  $\text{AX}_3\text{E}$ , d'où une géométrie tétraédrique pour les doublets et une **molécule pyramidale à base triangulaire**



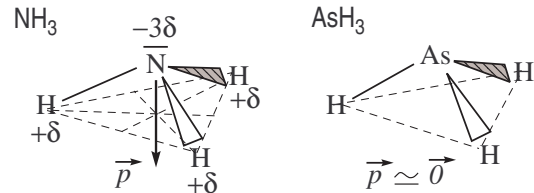
**II.6)** Dans un tétraèdre régulier, l'angle entre deux liaisons *identiques* est  $109,5^\circ$ . Mais comme **la répulsion entre deux liaisons liantes est plus faible que la répulsion entre une liaison liante et une liaison non-liante** (doublet libre), le doublet non-liant repousse les doublets libres de manière à déformer le tétraèdre et à diminuer l'angle entre deux liaisons  $As - H$ .



**II.7)** X est l'azote (N) et Y est le phosphore (P) :  $\boxed{XH_3 = NH_3}$  et  $\boxed{YH_3 = PH_3}$

**II.8)** • Puisque les atomes d'arsenic et d'hydrogène sont des électronégativités voisines, **la molécule d'arsine  $AsH_3$  est apolaire**.

• L'électronégativité croissant lorsqu'on va de l'arsenic vers l'azote, N est plus électronégatif que l'hydrogène et **la molécule d'ammoniac  $NH_3$  est polaire**.



### III Circuit linéaire en régime continu

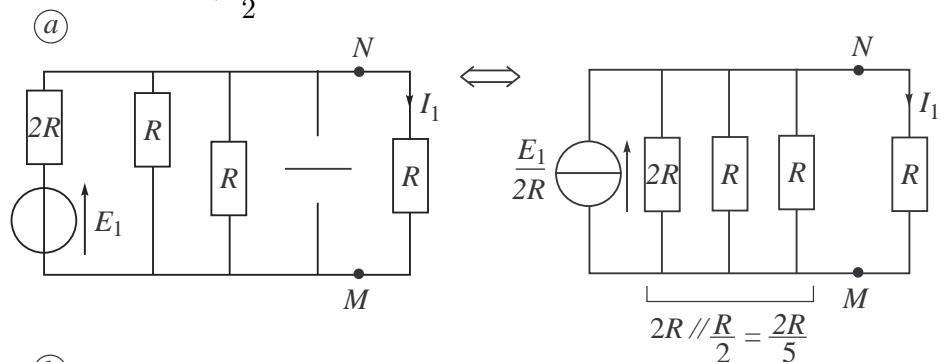
**III.1)** On pose :  $R_{eq} = 2R // \frac{R}{2} = \frac{2R \cdot \frac{R}{2}}{2R + \frac{R}{2}} = \frac{2R}{5}$

**III.1.a)**

Diviseur de courant :

$$I_1 = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + R} \cdot \frac{E_1}{2R}$$

$$\boxed{I_1 = \frac{E_1}{7R}}$$

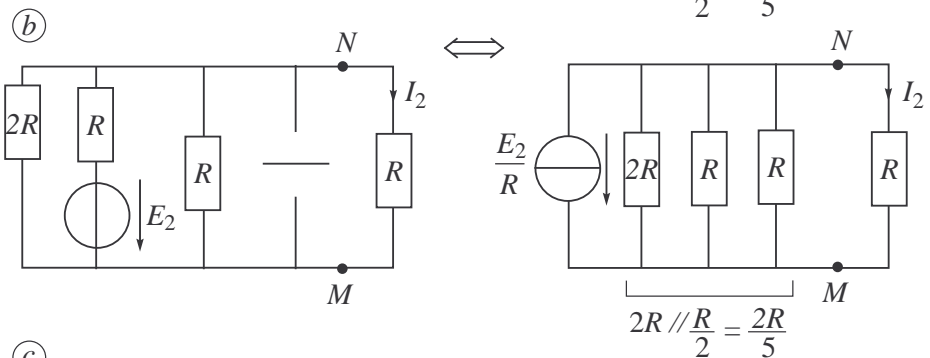


**III.1.b)**

Diviseur de courant :

$$I_2 = -\frac{R_{eq}}{R_{eq} + R} \cdot \frac{E_2}{R}$$

$$\boxed{I_2 = -\frac{2E_2}{7R}}$$

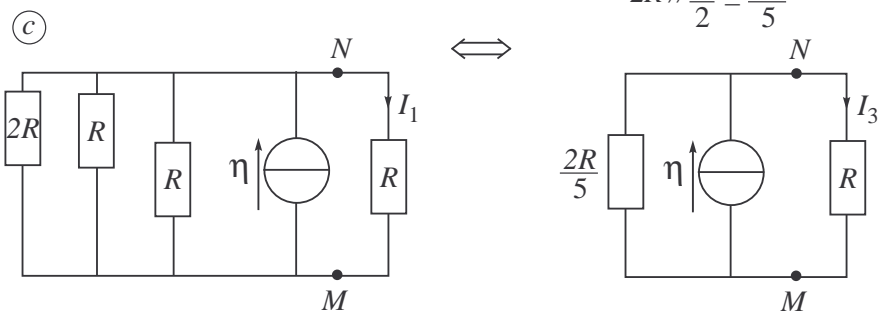


**III.1.c)**

Diviseur de courant :

$$I_3 = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + R} \cdot \eta$$

$$\boxed{I_3 = \frac{2}{7}\eta}$$



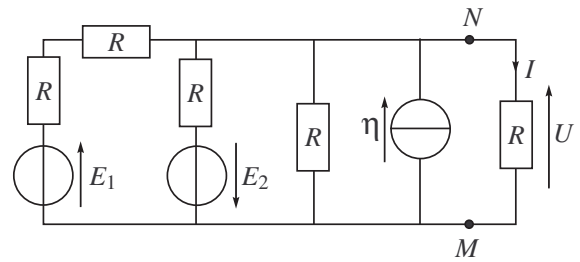
**III.1.d)** Théorème de superposition :  $I = I_1 + I_2 + I_3$  soit :  $\boxed{I = \frac{E_1 - 2E_2}{7R} + \frac{2\eta}{7}}$

III.2) On choisit  $M$  comme masse.

→ «  $V_M = 0$  ».

Le théorème de Millman appliqué au nœud  $N$  s'écrit :

$$V_N = \frac{\frac{V_M + E_1}{2R} + \frac{V_M - E_2}{R} + \frac{V_M}{R} + \frac{V_M}{R} + \eta}{\frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}}$$



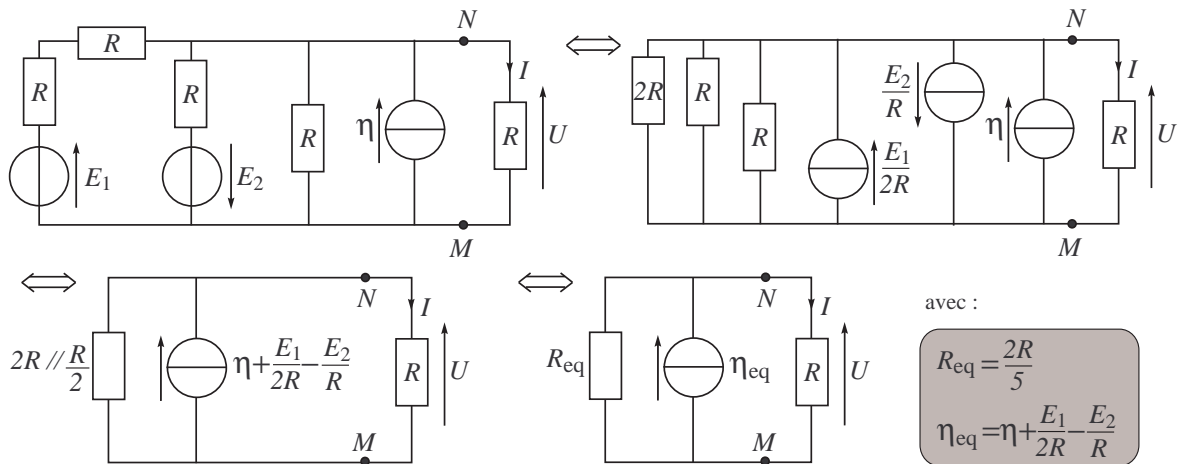
On en déduit  $u = V_N - V_M = \frac{E_1 - 2E_2 + 2R\eta}{7} = R.I$ , soit :  $I = \frac{E_1 - 2E_2}{7R} + \frac{2\eta}{7}$

III.3.a) Cf. ci-après.

III.3.b) Un diviseur de courant sur le schéma final permet d'écrire :

$$I = \frac{R_{eq}}{R_e + R} \cdot \eta_{eq} = \frac{\frac{2R}{5}}{\frac{2R}{5} + R} \cdot \left( \eta + \frac{E_1}{2R} - \frac{E_2}{R} \right) = \frac{2}{7} \cdot \left( \eta + \frac{E_1 - 2E_2}{2R} \right)$$

→ d'où :  $I = \frac{E_1 - 2E_2}{7R} + \frac{2\eta}{7}$



III.4) A.N. :  $I = 5 \text{ mA}$

## IV Circuit RL série

IV.1) L'interrupteur étant ouvert à  $t = 0^-$  :  $i(0^-) = 0$

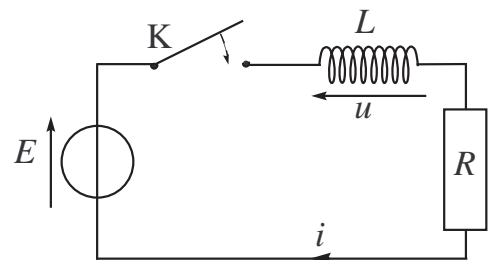
IV.2) L'intensité traversant une bobine étant une

fonction continue du temps :  $i(0^-) = i(0^+) = 0$

La loi des mailles à  $t = 0^+$  :

$$E - R.i(0^+) - u(0^+) = 0$$

donne :  $u(0^+) = E$



IV.3) En régime permanent continu, la bobine se comporte comme un fil, donc :  $u(\infty) = 0$

La loi des mailles donne :  $E - R.i(\infty) - u(\infty) = 0$ , soit :  $i(\infty) = I_0 = \frac{E}{R}$

$$\text{IV.4)} \text{ Puisque } \tau = \frac{L}{R} : [\tau] = \frac{[L]}{[R]} = \frac{[\mathcal{V}]}{[\mathcal{A}]} \times \frac{[dt]}{[dt]} = [dt] = T$$

$\tau$  est homogène à un temps :  $\tau$  s'exprime en secondes dans le système S.I.  
On l'appelle **constante de temps** ou **durée caractéristique** du circuit RL.

$$\text{IV.5)} \text{ La loi des mailles conduit à } \frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = \frac{E}{L} \text{ avec } \tau = \frac{L}{R}$$

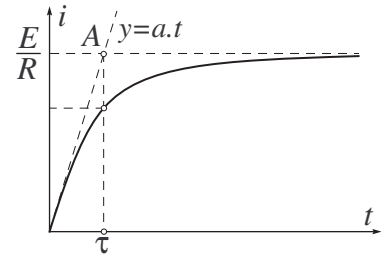
$$\left. \begin{array}{l} \text{Solution : } i = i_P + i_G = I_0 + A \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \\ \text{Comme } i(0^+) = 0 \text{ on a : } I_0 + A = 0, \text{ soit : } A = -I_0 \end{array} \right\} \rightarrow \text{CI : } i(t) = I_0 \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right)$$

$$\text{IV.6)} \text{ Lorsque } t \rightarrow +\infty, \text{ la relation précédente permet de vérifier que : } i(\infty) = \frac{E}{R}$$

$$\text{IV.7)} \text{ Équation de la tangente à l'origine : } y = a \cdot t \text{ avec } a = \left(\frac{di}{dt}\right)(0) = \frac{E}{L}$$

$$y(t) = I_0 \Leftrightarrow \frac{E}{L} \cdot t = \frac{E}{R} \Leftrightarrow t = \frac{L}{R} = \tau$$

La tangente coupe l'asymptote en  $A(\tau, I_0)$



$$\text{IV.8)} i(t_1) = \frac{99}{100} \cdot I_0 \Leftrightarrow \mathcal{K} \cdot (1 - \exp(-\frac{t_1}{\tau})) = \frac{99}{100} \cdot \mathcal{K} \Leftrightarrow \exp(-\frac{t_1}{\tau}) = \frac{1}{100}$$

$$\text{Soit : } t_1 = 2\tau \cdot \ln(10) \simeq 4,6 \cdot \tau$$

$$\text{IV.9)} u(t) = L \frac{di}{dt} = E \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

IV.10) La loi des mailles multipliée par  $i$  donne :

$$E \cdot i = Ri^2 + \frac{d\left(\frac{1}{2}Li^2\right)}{dt} \Leftrightarrow \mathcal{P}_g = \mathcal{P}_J + \frac{d\mathcal{E}_L}{dt} \quad (*)$$

IV.11) En régime permanent :  $i = i(\infty) = I_0 = \frac{E}{R}$  :

$$\mathcal{E}_L = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \frac{E^2}{R^2} \text{ et } \mathcal{P}_g = \mathcal{P}_J = R \cdot I_0^2 = \frac{E^2}{R}$$

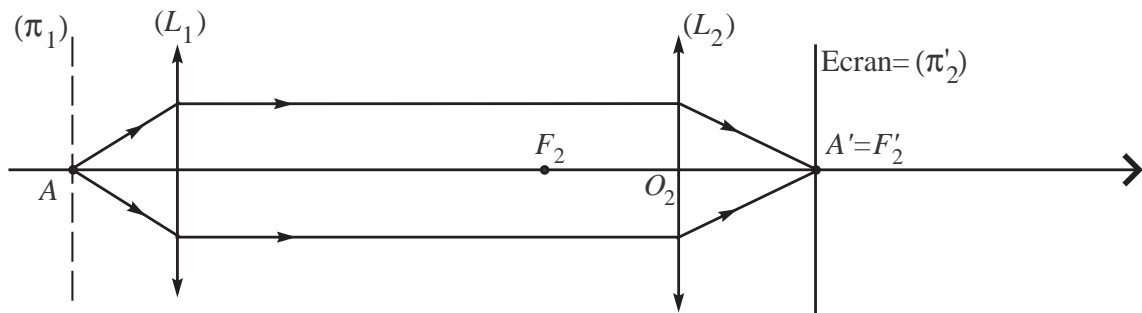
IV.12) Puisque  $\mathcal{E}_L = \text{Cte}$  en régime permanent continu, le bilan de puissance (\*) conduit à :

$$\mathcal{P}_g = \mathcal{P}_J = \frac{E^2}{R}$$

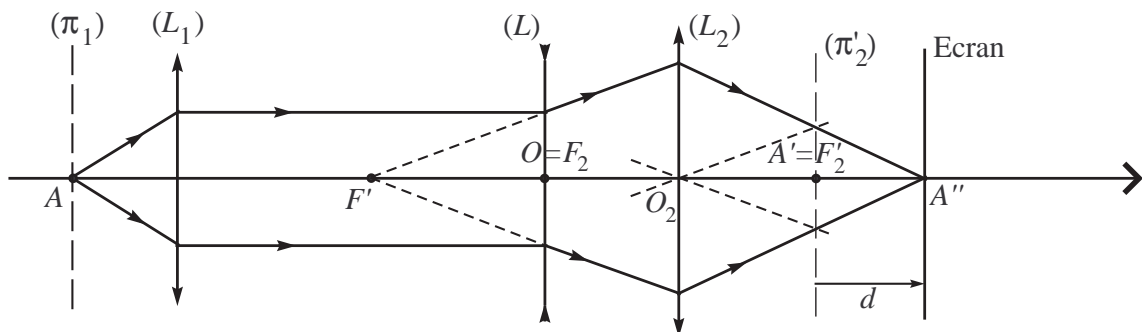
CI : L'énergie électrique fournie par le circuit est entièrement dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique.

## V Méthode de Badal [CCP 2008 MP]

v.1) • 1<sup>ère</sup> étape :



• 2<sup>de</sup> étape :



2) Puisque  $A' = F'_2$ , que le centre optique de la lentille divergente inconnue est placé au foyer image de  $(\mathcal{L}_2)$  ( $O = F_2$ ) et que :

$$F' \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A''$$

la relation de Newton appliquée à  $(\mathcal{L}_2)$  donne :

$$\overline{F'_2 A''} \cdot \overline{F_2 F'} = -f_2'^2 \Leftrightarrow \overline{A' A''} \cdot \overline{O F'} = -f_2'^2 \Leftrightarrow \boxed{f' = -\frac{f_2'^2}{D}}$$

3) A.N. :  $\boxed{f' = -24 \text{ cm}}$