

# DS n°2

## de PHYSIQUE-CHIMIE

durée : 1h

### Consignes :

<b>Calculatrice interdite</b>
-------------------------------

- Rédiger votre devoir sur une **copie double**, avec une **marge en en-tête** et une **marge à gauche** de chaque page.
- Toute réponse non justifiée ne sera pas prise en compte.
- Encadrer vos **expressions littérales** (EL) ; souligner les **applications numériques** (AN) avec un stylo de couleur bien visible.
- N'écrivez **rien au crayon de papier** sur votre copie.
- Ne rendez pas l'énoncé (ou une partie de l'énoncé...) avec votre copie.

### Conseils :

- Vérifier l'**homogénéité** de vos expressions littérales.
- Une AN sans unité ne vaut en général rien et dégrade l'humeur du correcteur...
- Limiter l'usage du brouillon.

## 1<sup>ère</sup> Partie : Conversions et définitions (≈ 20 min)

I.A) Réaliser les conversions suivantes. Toute réponse devra être justifiée à l'aide de l'utilisation de puissances de 10, et l'écriture finale sera donnée en écriture scientifique, avec le bon nombre de chiffres significatifs :

I.A.1) 0,53 daN en pN

I.A.2) 380 mmol.cm<sup>-2</sup> en USI

I.A.3) 60 μL.min<sup>-1</sup> en USI

I.A.4) 7,200 nJ en kW.h

I.B) Définitions du cours OS3 :

I.B.1) Donner la (double) définition d'un point objet virtuel.

I.B.2) Donner la (double) définition d'un système optique rigoureusement stigmatique.

I.B.3) Donner la (triple) définition d'une lentille mince sphérique convergente.

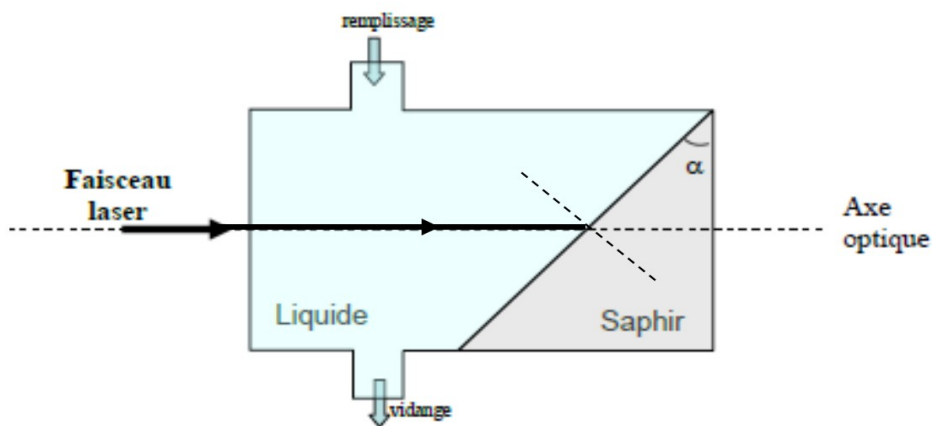
I.B.4) Donner la (simple) définition du foyer objet d'une lentille mince sphérique utilisée dans les conditions de Gauss.

I.B.5) Donner la (simple) définition de l'aplanétisme pour un système optique stigmatique.

## 2<sup>ème</sup> Partie : Étude d'un réfractomètre (≈ 40 min)

Pour les viticulteurs, le choix de la date des vendanges est important. Il ne faut pas vendanger trop tôt pour laisser au raisin le temps d'arriver à maturité. L'un des critères permettant de choisir cette date est la valeur du taux de sucre du raisin. Celle-ci permet en effet d'estimer le degré d'alcool potentiel après vinification. Une méthode pour déterminer la valeur du taux de sucre consiste à mesurer l'indice de réfraction du jus de raisin, appelé « moût ». Par exemple l'indice de l'eau sucrée peut varier entre 1,33 et 1,5 en fonction de la concentration de sucre.

La mesure de la teneur en sucre se fait à l'aide d'un réfractomètre, dont un exemple est présenté ci-dessous :



Une cuve d'analyse est remplie par le liquide dont on veut mesurer l'indice  $n$ . Cette cuve est suivie d'un prisme de saphir d'indice  $N = 1,75$  et d'angle au sommet  $\alpha = 45,0^\circ$ . Ce dispositif est éclairé par un faisceau laser se propageant parallèlement à l'axe optique. Le faisceau laser subit alors des réfractions successives. La mesure de la déviation totale à la sortie du prisme de saphir permet alors de déterminer l'indice de réfraction  $n$  du liquide contenu dans la cuve d'analyse.

**Données numériques pour cette partie :**  $\frac{1}{1,75} = 0,571$  ;  $\frac{1,75 \times 0,707}{0,589} = 2,10$  ;  $\frac{1,75 \times 0,588}{0,707} = 1,46$

Une **table trigonométrique** est par ailleurs fournie en page 4/4.

II.1) Justifier que le rayon lumineux ne subit pas de déviation à l'entrée du réfractomètre.

**II.2)** Le rayon lumineux arrive sur l'interface liquide/saphir avec un angle d'incidence  $i_1$  repéré par rapport à la normale à l'interface.

**II.2.a)** Reproduire le schéma du prisme **en grand** sur la copie et y faire figurer  $i_1$ .

**II.2.b)** Préciser la relation entre les angles  $i_1$  et  $\alpha$ . Justifier la réponse.

**II.3)** Le rayon lumineux subit une réfraction à l'entrée du prisme et est dévié d'un angle  $\theta$  par rapport à son incidence initiale ( $\theta$  représente l'angle entre la direction du rayon à l'intérieur le prisme et l'axe optique). On note par ailleurs  $i_2$  l'angle de réfraction repéré par rapport à la normale à la face d'entrée du prisme.

**II.3.a)** Compléter le schéma précédent en faisant apparaître le rayon réfracté, ainsi que les angles  $i_2$  et  $\theta$ . Justifier le tracé en précisant la raison pour laquelle le rayon lumineux se rapproche ou s'écarte de la normale à la traversée du dioptre.

**II.3.b)** Déterminer la relation entre les angles  $i_2$ ,  $\theta$  et  $\alpha$ . Justifier la réponse.

**II.3.c)** Utiliser la loi de Snell-Descartes adaptée pour déterminer la relation entre les grandeurs  $i_2$ ,  $n$ ,  $N$  et  $\alpha$ .

**II.4)** Le rayon réfracté arrive sur l'interface saphir/air avec un angle d'incidence  $i_3$  repéré par rapport à la normale à l'interface. On note  $i_4$  l'angle de réfraction repéré par rapport à la normale à la face de sortie.

**II.4.a)** Compléter le schéma précédent en faisant apparaître le nouveau rayon réfracté ainsi que les angles  $i_3$  et  $i_4$ . Justifier le tracé.

**II.4.b)** Préciser la relation entre les angles  $i_3$  et  $\theta$ . Justifier la réponse.

**II.4.c)** Déterminer la relation entre les grandeurs  $i_4$ ,  $N$  et  $\theta$ .

**II.5)** Dans les conditions normales d'utilisation de cet appareil, peut-on avoir réflexion totale au niveau de l'interface liquide/saphir ? Justifier.

**II.6)** On s'intéresse désormais à l'interface saphir/air.

**II.6.a)** Prouver qu'il est *a priori* possible d'avoir une réflexion totale pour l'interface saphir/air.

**II.6.b)** Déterminer la valeur limite de l'angle  $\theta$ , notée  $\theta_{\text{lim}}$ , pour laquelle il y a réflexion totale à cette interface. Préciser s'il s'agit d'une valeur minimale ou maximale pour observer le phénomène de réflexion totale.

**II.6.c)** En déduire une valeur approchée de la valeur correspondante  $n_{\text{lim}}$  pour l'indice de réfraction  $n$  du liquide et conclure.

**II.7)** On mesure un angle  $i_4$  en sortie du prisme égal à  $19,5^\circ$ . En déduire la valeur de l'indice de réfraction du liquide contenu dans la cuve d'analyse.

**TABLE TRIGONOMETRIQUE  
DE DEGRE EN DEGRE**

Degrés	Sinus	Tangentes	Cotangentes	Cosinus	
1	0,017 5	0,017 5	57,290 0	0,999 9	89
2	0,034 9	0,034 9	28,636 3	0,999 4	88
3	0,052 3	0,052 4	19,081 1	0,998 6	87
4	0,069 8	0,069 9	14,300 7	0,997 6	86
5	0,087 2	0,087 5	11,430 1	0,996 2	85
6	0,104 5	0,105 1	9,514 4	0,994 5	84
7	0,121 9	0,122 8	8,144 3	0,992 5	83
8	0,139 2	0,140 5	7,115 4	0,990 3	82
9	0,156 4	0,158 4	6,313 8	0,987 7	81
10	0,173 6	0,176 3	5,671 3	0,984 8	80
11	0,190 8	0,194 4	5,144 6	0,981 6	79
12	0,207 9	0,212 6	4,704 6	0,978 1	78
13	0,225 0	0,230 9	4,331 5	0,974 4	77
14	0,241 9	0,249 3	4,010 8	0,970 3	76
15	0,258 8	0,267 9	3,732 1	0,965 9	75
16	0,275 6	0,286 7	3,487 4	0,961 3	74
17	0,292 4	0,305 7	3,270 9	0,956 3	73
18	0,309 0	0,324 9	3,077 7	0,951 1	72
19	0,325 6	0,344 3	2,904 2	0,945 5	71
20	0,342 0	0,364 0	2,747 5	0,939 7	70
21	0,358 4	0,383 9	2,605 1	0,933 6	69
22	0,374 6	0,404 0	2,475 1	0,927 2	68
23	0,390 7	0,424 5	2,355 9	0,920 5	67
24	0,406 7	0,445 2	2,246 0	0,913 5	66
25	0,422 6	0,466 3	2,144 5	0,906 3	65
26	0,438 4	0,487 7	2,050 3	0,898 8	64
27	0,454 0	0,509 5	1,962 6	0,891 0	63
28	0,469 5	0,531 7	1,880 7	0,882 9	62
29	0,484 8	0,554 3	1,804 0	0,874 6	61
30	0,500 0	0,577 4	1,732 1	0,866 0	60
31	0,515 0	0,600 9	1,664 3	0,857 2	59
32	0,529 9	0,624 9	1,600 3	0,848 0	58
33	0,544 6	0,649 4	1,539 9	0,838 7	57
34	0,559 2	0,674 5	1,482 6	0,829 0	56
35	0,573 6	0,700 2	1,428 1	0,819 2	55
36	0,587 8	0,726 5	1,376 4	0,809 0	54
37	0,601 8	0,753 6	1,327 0	0,798 6	53
38	0,615 7	0,781 3	1,279 9	0,788 0	52
39	0,629 3	0,809 8	1,234 9	0,777 1	51
40	0,642 8	0,839 1	1,191 8	0,766 0	50
41	0,656 1	0,869 3	1,150 4	0,754 7	49
42	0,669 1	0,900 4	1,110 6	0,743 1	48
43	0,682 0	0,932 5	1,072 4	0,731 4	47
44	0,694 7	0,965 7	1,035 5	0,719 3	46
45	0,707 1	1,000 0	1,000 0	0,707 1	45