

ANNÉE 1932.

CLASSE DE MATHÉMATIQUES.

## COMPOSITION DE PHYSIQUE.

(Durée : 6 heures.)

Une locomotive munie de roues motrices de 2,00 m. de diamètre, possède quatre cylindres identiques, à double effet, dont, les pistons ont chacun 48,00 cm. de diamètre et 65,00 cm. de course, et qui reçoivent de la vapeur surchauffée à  $340^{\circ}$ , sous la pression de 13,00 kg. par  $\text{cm}^2$  :

1° Quel est le rendement théorique maximum de cette machine, sachant qu'elle n'a pas de condenseur et que la vapeur s'échappe directement dans l'atmosphère dont la pression est de 1 kg. par  $\text{cm}^2$  ?

2° Quelle serait, en chevaux-vapeur et en kilowatts, la puissance développée par cette locomotive, si elle fonctionnait sans détente à la vitesse de 80 km. à l'heure, et quelles seraient, dans ces conditions, les consommations horaires d'eau et de combustible, sachant que le rendement pratique de la machine est 13 p. 100, que la combustion de 1 kilogramme de charbon dégage 7.500 kilocalories et que la vapeur d'eau, dans les conditions où elle est utilisée, peut être considérée comme un gaz parfait ;

3° Calculer, avec les mêmes unités, la puissance réellement fournie par la vapeur à cette vitesse, sachant que la détente et le laminage de la vapeur réduisent l'aire du diagramme de l'indicateur de Watt à  $466 \text{ cm}^2$ , tandis que, la machine fonctionnant lentement et sans détente, ce diagramme est sensiblement un rectangle de 32 cm. de longueur et de 26 cm. de hauteur ;

4° De combien doit être relevé le rail extérieur, pour qu'à cette vitesse de 80 km. à l'heure, la locomotive puisse aborder sans danger une courbe horizontale de 650 m. de rayon ? la largeur de la voie est de 145 cm. ; on admettra que les différentes forces qui interviennent sont concourantes ;

5° La locomotive et son tender, qui pèsent 135 tonnes, sont attelés à un train formé de huit voitures de 50 tonnes chacune. Calculer la pente maximum de la voie sur laquelle ce train pourrait être remorqué, sans détente et d'un mouvement uniforme, si les frottements étaient négligeables ;

6° Déterminer en kilogrammes-poids une valeur de ces frottements, sachant qu'en réalité le train ne peut pas franchir une rampe de 3 p. 100.

7° Le train aborde, à 6 km. à l'heure et vapeur coupée, une rampe de 4 mm. par mètre ; à quelle distance s'arrêterait-il si les frottements étaient négligeables ?

8° En réalité il s'arrête après avoir parcouru 18,6 m. ; déduire de ce résultat une nouvelle valeur des frottements, en admettant qu'à ces faibles vitesses ils sont indépendants de la vitesse. Exprimer en kilocalories la quantité de chaleur dégagée pendant cet arrêt ;

9° Le train, au repos sur une voie horizontale, démarre d'un mouvement qu'on suppose uniformément accéléré, la détente étant réglée de telle sorte que le travail fourni par la vapeur soit les  $85/100^{\text{es}}$  du travail maximum ; au bout de quel temps aura-t'il atteint la vitesse de 12 km. à l'heure ? Quelle serait en kilogrammes l'indication fournie par un dynamomètre intercalé entre le tender et le premier wagon si les frottements étaient négligeables ?

10° En réalité, pour atteindre cette vitesse, le train doit parcourir 22,75 m.; quel est le temps employé ? Quelle est la valeur des frottements ? Quelle est l'indication du dynamomètre en admettant que les frottements, pour la locomotive comme pour les wagons, sont proportionnels à la masse en mouvement ? Que doit-on conclure du fait que la force lue au dynamomètre est plus faible que celle qu'on vient de calculer ?

11° Le train étant lancé sur une voie horizontale, on constate que sa vitesse ne dépasse pas 120 km. à l'heure et que la puissance déduite de cette donnée et de la lecture de l'indicateur de Watt est la moitié de la puissance maximum ; évaluer en kilogrammes la résistance qui s'oppose à la marche du train à cette vitesse ;

12° Quelle est la nouvelle valeur de cette résistance lorsque le train monte une pente de 15 p. 1000 sur laquelle sa vitesse maximum est de 73 km. à l'heure, alors que la puissance déterminée grâce à l'indicateur de Watt est les 7/10<sup>es</sup> de la puissance maximum ?

13° Faire le tableau des diverses valeurs obtenues pour la résistance qui s'oppose à la marche du train, chercher comment varie la résistance de l'air en fonction de la vitesse, en admettant que les frottements solides restent constants ; écrire dans le système métrique la formule donnant, en fonction de la vitesse, la résistance totale (frottements solides et résistance de l'air) qui s'oppose au mouvement du train et vérifier cette formule en l'appliquant aux cas précédemment étudiés.

14° Calculer enfin, au moyen de cette formule, la vitesse limite qu'atteindrait le train abandonné à lui-même, vapeur coupée, sur une pente de 12 p. 1000.

N.-B. — On prendra:  $\pi = 3,14$  ;

Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81$  mètres-seconde ;

Équivalent mécanique de la kilocalorie : 426 kilogrammètres ;

Volume moléculaire dans les conditions normales : 22,4 litres ;

Coefficient de dilatation des gaz :  $\alpha = 1/273$  ;

On admettra que la pression atmosphérique normale peut être confondue avec le kg. par cm<sup>2</sup> ;

On confondra les petits angles exprimés en radians avec leurs sinus et leurs tangentes.

Enfin on conduira les calculs aussi simplement que possible, mais de façon à obtenir les résultats avec la précision que comportent les données.