

2021年河北省普通高中学业水平选择性考试

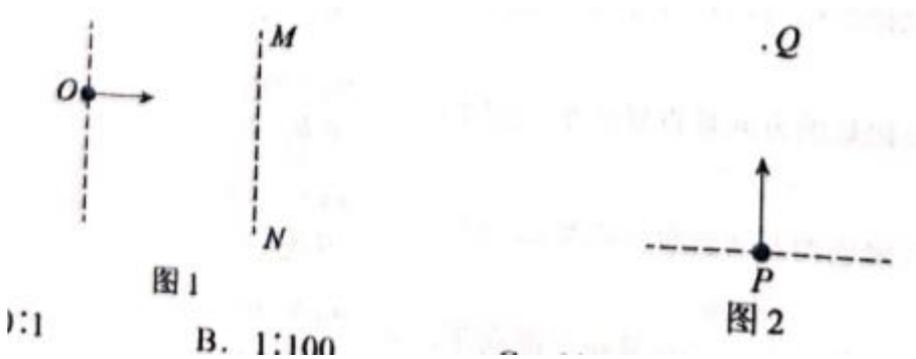
物理

一、单项选择题：本题共7小题，每小题4分，共28分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 银河系中存在大量的铝同位素 ^{26}Al 。 ^{26}Al 核 β^+ 衰变的衰变方程为 $^{26}_{13}\text{Al} \rightarrow ^{26}_{12}\text{Mg} + ^0_1\text{e}$ ，测得 ^{26}Al 核的半衰期为 72 万年。下列说法正确的是

- A. ^{26}Al 核的质量等于 ^{26}Mg 核的质量
- B. ^{26}Al 核的中子数大于 ^{26}Mg 核的中子数
- C. 将铝同位素 ^{26}Al 放置在低温低压的环境中，其半衰期不变
- D. 银河系中现有的铝同位素 ^{26}Mg 将在 144 万年以后全部衰变为 ^{26}Mg

2. 铯原子钟是精确的计时仪器。图 1 中铯原子从 O 点以 100m/s 的初速度在真空中做平抛运动，到达竖直平面 MN 所用时间为 t_1 ；图 2 中铯原子在真空中从 P 点做竖直上抛运动，到达最高点 Q 再返回 P 点，整个过程所用时间为 t_2 。O 点到竖直平面 MN、P 点到 Q 点的距离均为 0.2m。重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ 。则 $t_1:t_2$ 为



- A. 100:1
- B. 1:100
- C. 1:200
- D. 200:1

3. 普朗克常量 $h=6.626 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ ，光速为 c ，电子质量为 m_e ，则 $\frac{h}{m_e c}$ 在国际单位制下的单位是

- A. J/s
- B. m

C.J•m

D.m/s

4.“祝融号”火星车登陆火星之前，“天问一号”探测器沿椭圆形的停泊轨道绕火星飞行,其周期为 2 个火星日。假设某飞船沿圆轨道绕火星飞行,其周期也为 2 个火星日。已知一个火星日的时长约为一个地球日,火星质量的为地球质量的 0.1 倍,则该飞船的轨道半径与地球同步卫星的轨道半径的比值约为

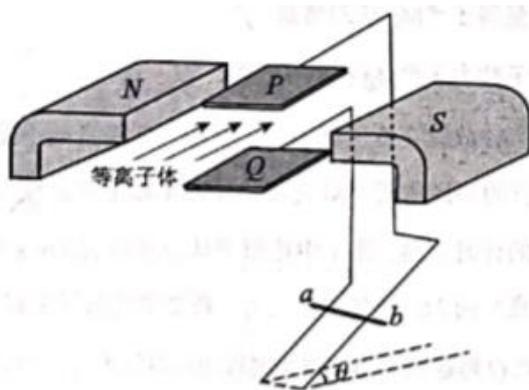
A. $\sqrt[3]{4}$

B. $\sqrt[3]{\frac{1}{4}}$

C. $\sqrt[3]{\frac{5}{2}}$

D. $\sqrt[3]{\frac{2}{5}}$

5.如图,距离为 d 的两平行金属板 P、Q 之间有一匀强磁场,磁感应强度大小为 B_1 ,束速度大小为 v 的等离子体垂直于磁场喷入板间。相距为 L 的两光滑平行金属导轨固定在与导轨平面垂直的匀强磁场中,磁感应强度大小为 B_2 导轨平面与水平面夹角为 θ ,两导轨分别与 P、Q 相连。质量为 m 、电阻为 R 的金属棒 ab 垂直导轨放置,恰好静止。重力加速度为 g ,不计导轨电阻、板间电阻和等离子体中的粒子重力,下列说法正确的是



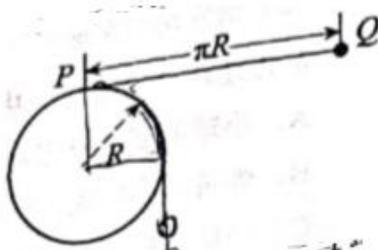
A. 导轨处磁场得方向垂直导轨平面向上, $v = \frac{mgR \sin \theta}{B_1 B_2 L d}$

B. 导轨处磁场得方向垂直导轨平面向下, $v = \frac{mgR \sin \theta}{B_1 B_2 L d}$

C. 导轨处磁场得方向垂直导轨平面向上, $v = \frac{mgR \tan \theta}{B_1 B_2 L d}$

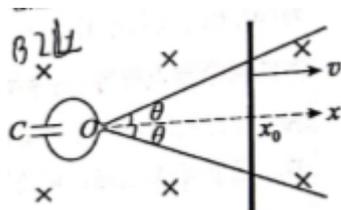
D. 导轨处磁场得方向垂直导轨平面向下, $v = \frac{mgR \tan \theta}{B_1 B_2 L d}$

6. 一半径为 R 的圆柱体水平固定, 横截面如图所示。长度为 πR 、不可伸长的轻细绳, 一端固定在圆柱体最高点 P 处, 另一端系一个小球, 小球位于 P 点右侧同一水平高度的 Q 点时, 绳刚好拉直。将小球从 Q 点由静止释放, 当与圆柱体未接触部分的细绳竖直时, 小球的速度大小为(重力加速度为 g , 不计空气阻力)



- A. $\sqrt{(2 + \pi)gR}$
- B. $\sqrt{2\pi gR}$
- C. $\sqrt{2(1 + \pi)gR}$
- D. $2\sqrt{gR}$

7. 如图, 两光滑导轨水平放置在竖直向下的匀强磁场中, 磁感应强度大小为 B 。导轨间距最窄处为一狭缝, 取狭缝所在处 O 点为坐标原点。狭缝右侧两导轨与 x 轴夹角均为 θ , 一电容为 C 的电容器与导轨左端相连。导轨上的金属棒与 x 轴垂直, 在外力 F 作用下从 O 点开始以速度 v 向右匀速运动, 忽略所有电阻。下列说法正确的是

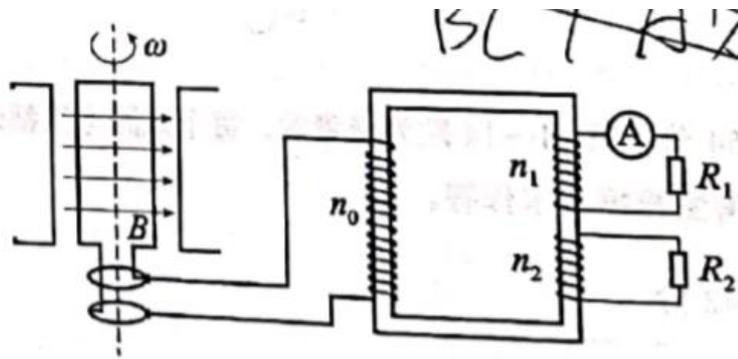


- A. 通过金属棒的电流为 $2BCv^2 \tan \theta$
- B. 金属棒到达 x_0 时, 电容器极板上的电荷量为 $BCv x_0 \tan \theta$
- C. 金属棒运动过程中, 电容器的上极板带负电
- D. 金属棒运动过程中, 外力 F 做功的功率恒定

二、多项选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分。在每小题给出的四个选项中,

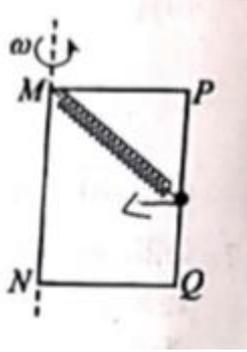
有两个或两个以上选项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

8.如图,发电机的矩形线圈长为 $2L$ 、宽为 L ,匝数为 N ,放置在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中。理想变压器的原、副线圈匝数分别为 n_0 、 n_1 和 n_2 ,两个副线圈分别接有电阻 R_1 和 R_2 。当发电机线圈以角速度 ω 匀速转动时,理想电流表读数为 I 。不计线圈电阻,下列说法正确的是



- A. 通过电阻 R_2 的电流为 $\frac{n_1 I}{n_2}$
- B. 电阻 R_2 两端的电压为 $\frac{n_2 I R_1}{n_1}$
- C. n_0 与 n_1 的比值为 $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega}{I R_1}$
- D. 发电机的功率为 $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega I (n_1 + n_2)}{n_0}$

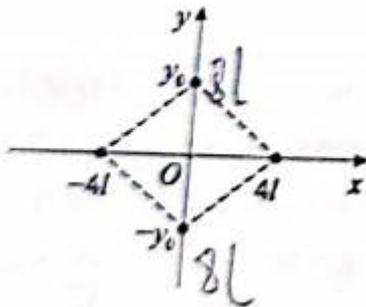
9.如图,矩形金属框 $MNQP$ 竖直放置,其中 MN 、 PQ 足够长,且 PQ 杆光滑。一根轻弹簧一端固定在 M 点,另一端连接一个质量为 m 的小球,小球穿过 PQ 杆。金属框绕 MN 轴分别以角速度 ω 和 ω' 匀速转动时,小球均相对 PQ 杆静止。若 $\omega' > \omega$,则与以 ω 匀速转动相比,以 ω' 匀速转动时



- A. 小球的高度一定降低
- B. 弹簧弹力的大小一定不变
- C. 小球对杆压力的大小一定变大
- D. 小球所受合外力的大小一定变大

10. 如图，四个电荷量均为 q ($q > 0$) 的点电荷分别放置于菱形的四个顶点，其坐标分别为 $(4l, 0)$ 、 $(-4l, 0)$ 、 $(0, y_0)$ 、 $(0, -y_0)$ ，其中 x 轴上的两个点电荷位置固定， y 轴上的两个点电荷可沿 y 轴对称移动 ($y_0 \neq 0$)。下列说法正确的是

- A. 除无穷远之外，菱形外部电场强度处处不为零
- B. 当 y_0 取某值时，可使得菱形内部只存在两个电场强度为零的点
- C. 当 $y_0 = 8l$ 时，将一带负电的试探电荷由点 $(4l, 5l)$ 移至点 $(0, -3l)$ ，静电力做正功
- D. 当 $y_0 = 4l$ 时，将一带负电的试探电荷放置在点 $(1, 1)$ 处，其所受到的静电力方向与 x 轴正方向成 45° 倾斜向上。



三、非选择题：共 54 分。第 11-14 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 15-16 题为必考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 42 分。

11. (6分)

某同学研究小灯泡的伏安特性，实验室提供的器材有：小灯泡（6.3V，0.15A），直流电路（9V），滑动变阻器，量程合适的电压表和电流表，开关和导线若干。设计的电路如图1所示。

(1) 按照图1，完成图2中的实物连线。

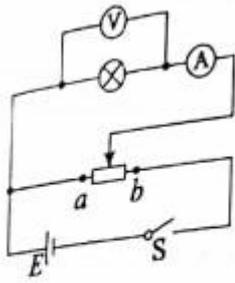


图1

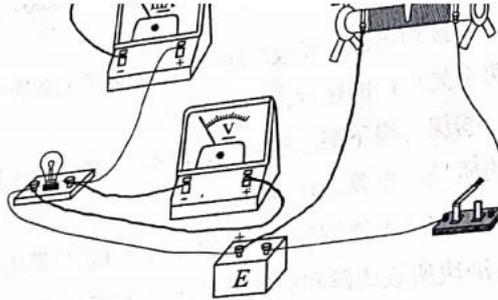


图2

(2) 按照图1连线后，闭合开关，小灯泡闪亮一下后熄灭，观察发现灯丝被烧断，原因可能是_____（单项选择，填正确答案标号）。

- A. 电流表短路
- B. 滑动变阻器的滑片接触不良
- C. 滑动变阻器的初始位置在b端

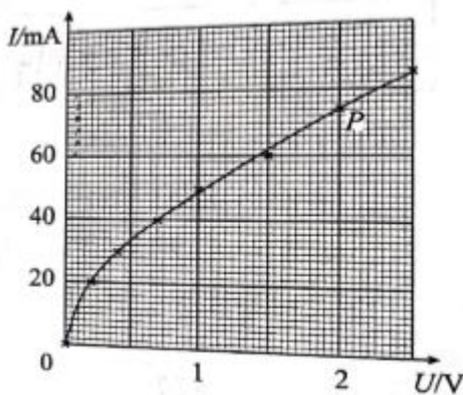
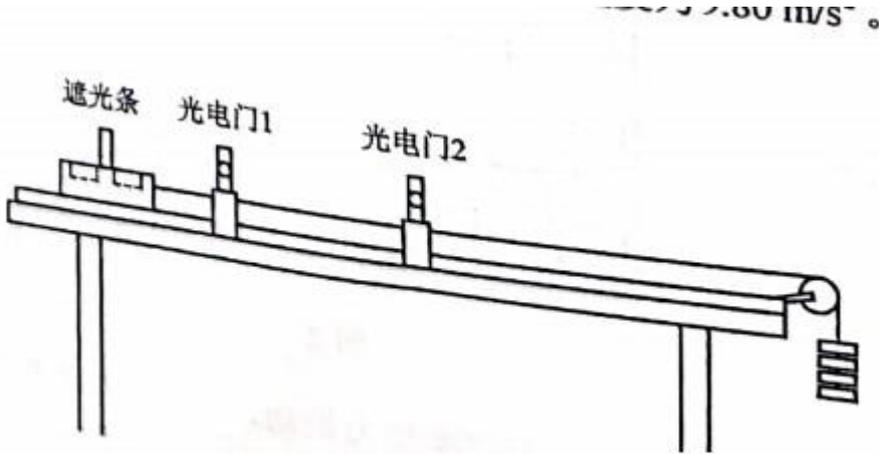


图3

(3) 更换小灯泡后，该同学正确完成了实验操作，将实验数据描点作图，得到I-U图像，其中一部分如图3所示。根据图像计算出P点对应状态下小灯泡的电阻为_____Ω（保留三位有效数字）。

12. (9分)

某同学利用图1中的实验装置探究机械能变化量与力做功的关系。所用器材有：一端带滑轮的长木板、轻细绳、50g的钩码若干、光电门2个、数字计时器、带遮光条的滑块（质量为200g,其上可放钩码）、刻度尺。当地重力加速度为 9.80m/s^2 。实验操作步骤如下：



- ①安装器材，调整两个光电门距离为 50.00cm ，轻细绳下端悬挂4个钩码，如图1所示；
- ②接通电源，释放滑块，分别记录遮光条通过两个光电门的时间，并计算出滑块通过两个光电门的速度；
- ③保持绳下端悬挂4个钩码不变，在滑块上依次增加一个钩码，记录滑块上所载钩码的数量，重复上述步骤；
- ④完成5次测量后，计算出每次实验中滑块及所载钩码的总质量 M 、系统（包含滑块，滑块所载钩码和轻细绳悬挂钩码）总动能的增加量 ΔE_k 及总机械能的减少量 ΔE ，如下表所示：

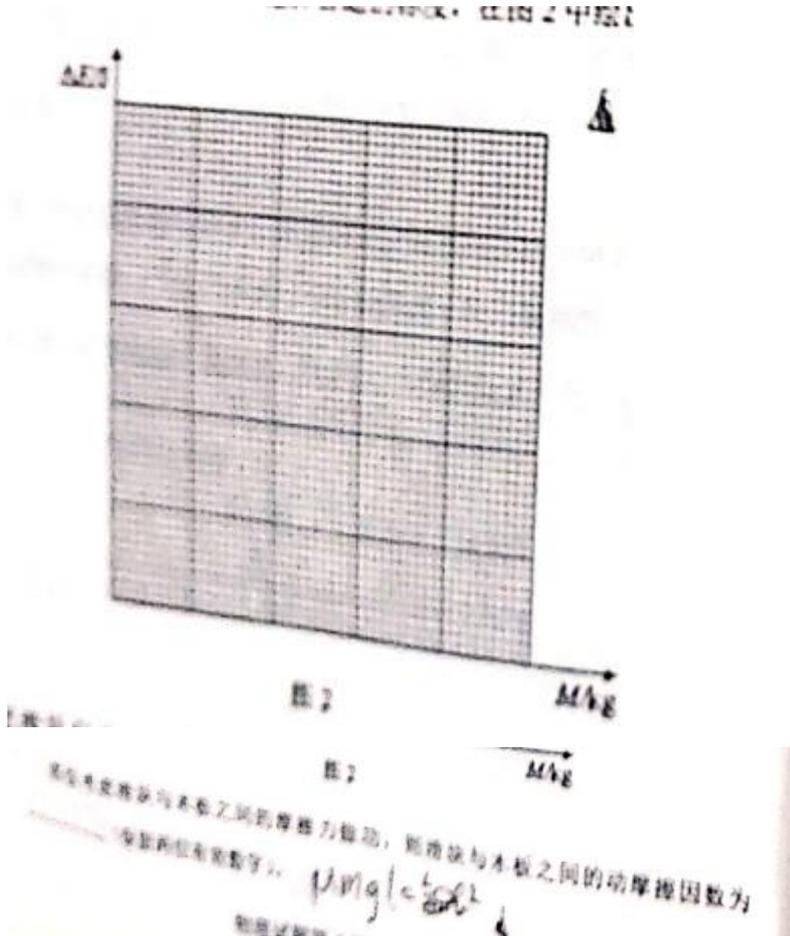
M/kg	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
$\Delta E_k/\text{J}$	0.587	0.490	0.392	0.294	0.195
$\Delta E/\text{J}$	0.393	0.490		0.686	0.785

回答下列问题：

(1) 实验中轻细绳所悬挂的钩码重力势能的减少量为_____J（保留三位有效数字）；

(2) 步骤④中的表格所缺数据为_____J;

(3) 以 M 为横轴, ΔE 为纵轴, 选择合适的标度, 在图 2 中绘出 ΔE -M 图像;



13. (11 分)

如图, 一滑雪道由 AB 和 BC 两段滑道组成, 其中 AB 段倾角为 θ , BC 段水平, AB 段和 BC 段由一小段光滑圆弧连接。一个质量为 2 kg 的背包在滑道顶端 A 处由静止滑下, 若 1s 后质量为 48kg 的滑雪者从顶端以 1.5 m/s 的初速度、 3 m/s^2 的加速度匀加速追赶, 恰好在坡底光滑圆弧的水平处追上背包并立即将其拎起。背包与滑道的动摩擦因数为 $\mu = \frac{1}{12}$, 重力加速度取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin\theta = \frac{7}{25}$, $\cos\theta = \frac{24}{25}$, 忽略空气阻力及拎包过程中滑雪者与背包的重心变化。求:

(1) 滑道 AB 段的长度;

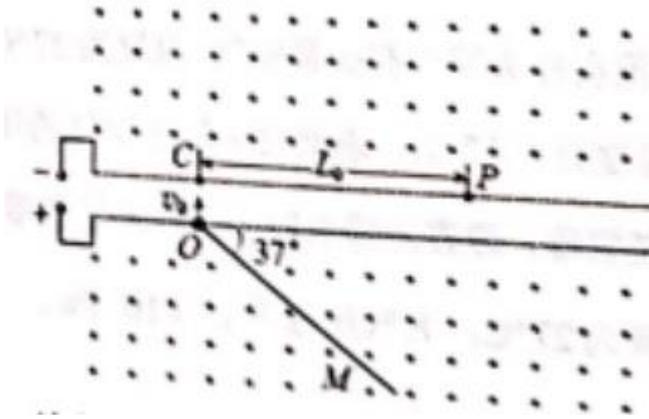
(2) 滑雪者拎起背包时这一瞬间的速度。



14. (16分)

如图，一对长平行栅极板水平放置，极板外存在方向垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场，极板与可调电源相连。正极板上 O 点处的粒子源垂直极板向上发射速度为 v_t 、带正电的粒子束，单个粒子的质量为 m 、电荷量为 q 。一足够长的挡板 OM 与正极板成 37° 倾斜放置，用于吸收打在其上的粒子。 C 、 P 是负极板上的两点， C 点位于 O 点的正上方， P 点处放置一粒子靶（忽略靶的大小），用于接收从上方打入的粒子， CP 长度为 L_0 。忽略栅极的电场边缘效应、粒子间的相互作用及粒子所受重力。

$$\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$$

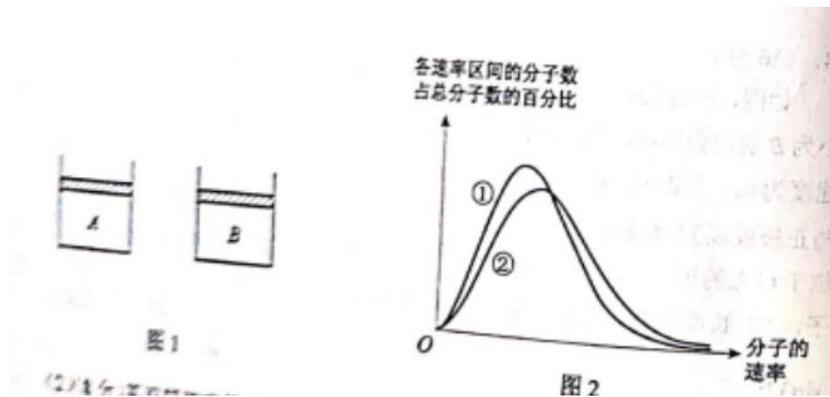


- (1) 若粒子经电场一次加速后正好打在 P 点处的粒子靶上，求可调电源电压 U_0 的大小。
- (2) 调整电压的大小，使粒子不能打在挡板 OM 上，求电压的最小值 U_{\min}
- (3) 若粒子靶在负极板上的位置 P 点左右可调，则负极板上存在 H 、 S 两点 ($CH \leq CP \leq CS$ ， H 、 S 两点未在图中标出)，对于粒子靶在 HS 区域内的每一点，当电压从零开始连续缓慢增加时，粒子靶均只能接收到 n ($n \geq 2$) 种能量的粒子，求 CH 和 CS 的长度（假定在每个粒子的整个运动过程中电压恒定）。

15. 【选修 3-3】 (12分)

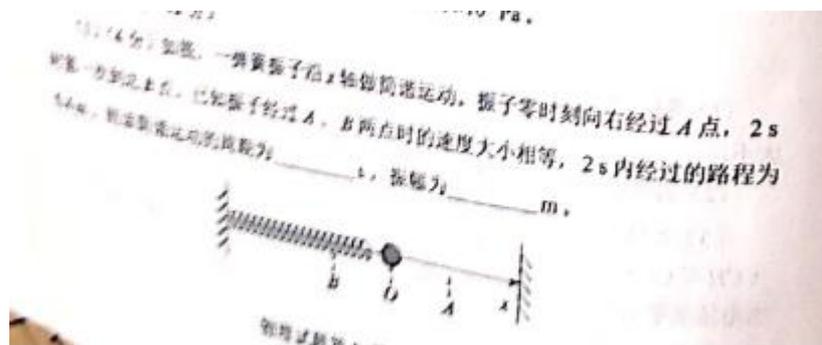
- (1) (4分) 两个内壁光滑、完全相同的绝热汽缸 A 、 B ，汽缸内用轻质绝热活塞封闭完全相同的理想气体，如图 1 所示， 现向活塞上表面缓慢倒入细沙，若 A 中细沙的质量大于 B 中细沙的质量，重新平衡后，汽缸 A 内气体的内能

___ (填"大于""小于"或"等于")气缸 B 中气体的内能, 图 2 为重新平衡后 A、B 汽缸中气体分子速率分布图像. 其中曲线___ (填图像中曲线标号) 表示汽缸 B 中气体分子的速率分布规律。



- (2) 某双层玻璃保温杯夹层中有少量空气, 温度为 27°C 时, 压强为 $3.0 \times 10^3 \text{Pa}$ 。
- (3) 当夹层中空气温度升至 37°C , 求此时夹层中空气的压强;
- (4) 当保温杯外层出现裂隙, 静置足够长时间, 求夹层中增加的空气质量与原有空气质量的比值。设环境温度为 27°C 时, 压强为 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

16. (1)



(2) (8分) 将两块半径均为 R 、完全相同的透明半圆柱体 A、B 正对放置, 圆心上下错开一定距离, 如图所示。用一束单色光沿半径照射半圆柱体 A, 设圆心处入射角为 θ 。当 $\theta = 60^{\circ}$ 时, A 右侧恰好无光线射出; 当 $\theta = 30^{\circ}$ 时, 有光线沿 B 的半径射出, 射出位置与 A 的圆心相比下移 h 。不考虑多次反射。求:

- (i) 半圆柱体对该单色光的折射率;
- (ii) 两个半圆柱体之间的距离 d 。

