

2021年河北省普通高中学业水平选择性考试

物理

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、考生号、考场号、座位号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

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}Al 将在144万年后全部衰变为 ^{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（ ）

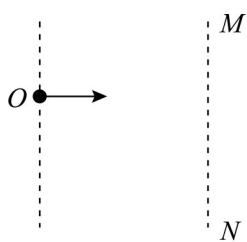


图1

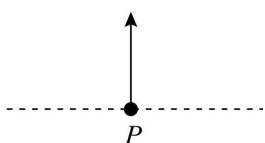


图2

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

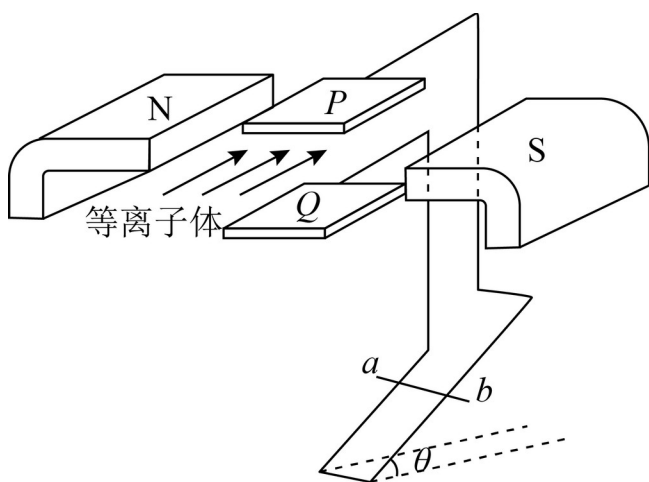
3. 普朗克常量 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ，光速为 c ，电子质量为 m_e ，则 $\frac{h}{m_e c}$ 在国际单位制下的单位是 ()

- A. J/s B. m C. $\text{J} \cdot \text{m}$ 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，火星质量约为地球质量的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 ，一束速度大小为 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 ()



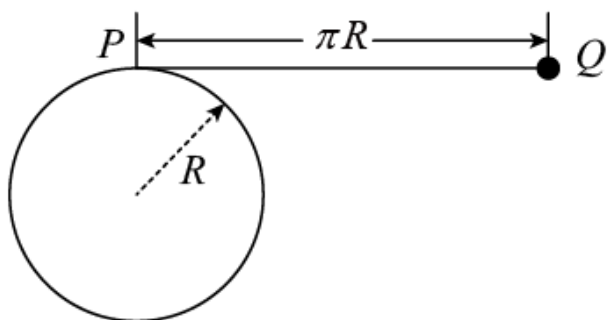
- A. 导轨处磁场的方向垂直导轨平面向上， $v = \frac{mgR \sin \theta}{B_1 B_2 L d}$

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

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

D. 导轨处磁场的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）（ ）



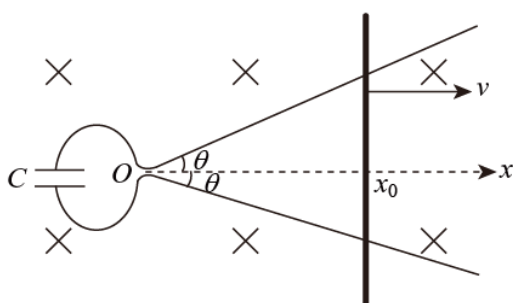
A. $\sqrt{(2+\pi)gR}$

B. $\sqrt{2\pi gR}$

C. $\sqrt{2(1+\pi)gR}$

D. $2\sqrt{gR}$

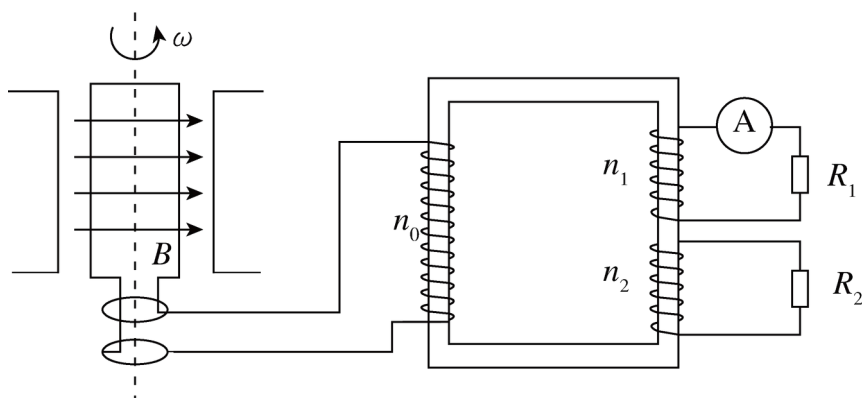
7. 如图，两光滑导轨水平放置在竖直向下的匀强磁场中，磁感应强度大小为 B ，导轨间距最窄处为一狭缝，取狭缝所在处 O 点为坐标原点，狭缝右侧两导轨与 x 轴夹角均为 θ ，一电容为 C 的电容器与导轨左端相连，导轨上的金属棒与 x 轴垂直，在外力 F 作用下从 O 点开始以速度 v 向右匀速运动，忽略所有电阻，下列说法正确的是（ ）



- 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 $BCvx_0 \tan \theta$
- 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

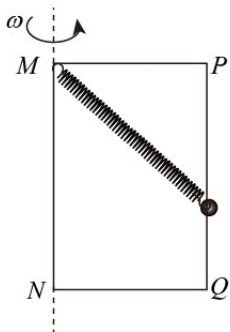
二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有两个或两个以上选项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

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 ()



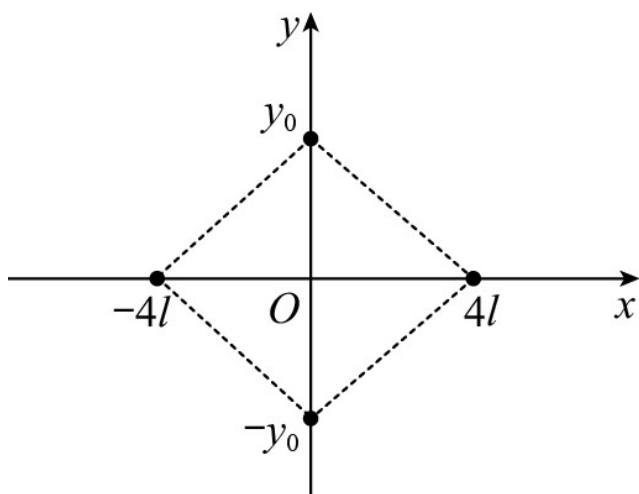
- A. 通过电阻 R_2 的电流为 $\frac{n_1 I}{n_2}$
- B. 电阻 R_2 两端的电压为 $\frac{n_2 I R_1}{n_1}$
- C. n_0 与 n_1 的比值为 $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega}{I R_1}$
- D. 发电机的功率为 $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega I (n_1 + n_2)}{n_0}$

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 匀速转动时相比，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 ($q > 0$) 点电荷分别放置于菱形的四个顶点，其坐标分别为 $(4l, 0)$ 、 $(-4l, 0)$ 、 $(0, y_0)$ 和 $(0, -y_0)$ ，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. 除无穷远处之外，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 试探电荷放置在点 (l, l) 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 题为选

考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 62 分。

11. 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 ($6.3V$, $0.15A$) ，直流电源 ($9V$) ，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。

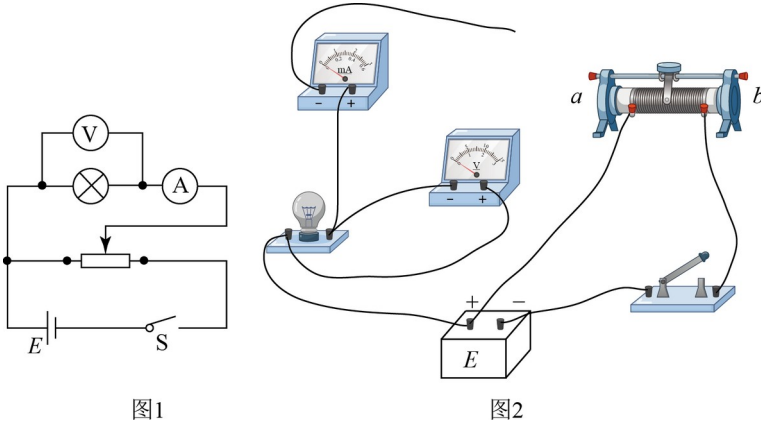


图1

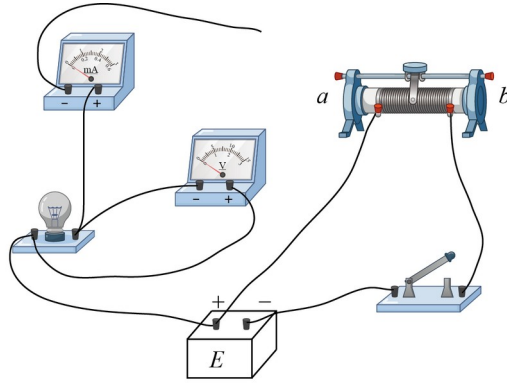


图2

(1) 根据图 1，完成图 2 中的实物连线_____；

(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. 滑动变阻器滑片的初始位置在 b 端

(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 电阻为_____ Ω (保留三位有效数字)。

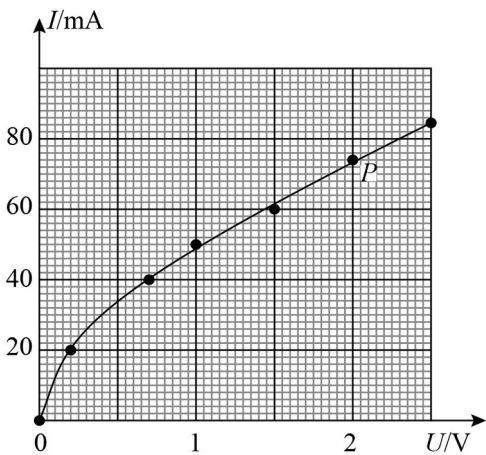


图3

12. 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：

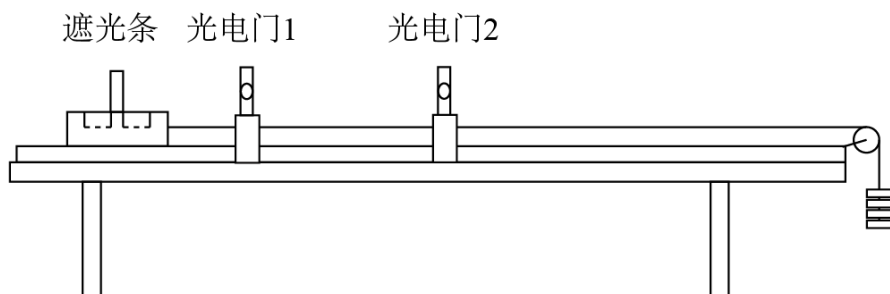


图1

- 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 保持最下端悬挂 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质量，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 及系统总机械能的减少量 ΔE ，结果如下表所示：

M / kg	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400
$\Delta E_k / \text{J}$	0.582	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中的数据所缺数据为_____；
- (3) 若 M 为横轴， ΔE 为纵轴，选择合适的标度，在图 2 中绘出 $\Delta E - M$ 图像_____；

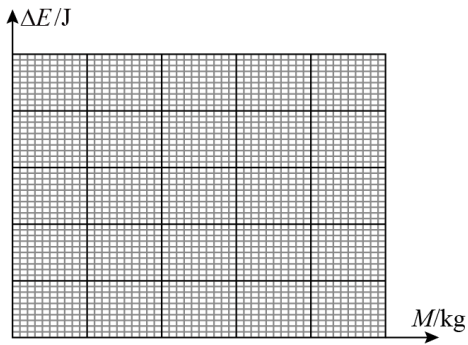


图2

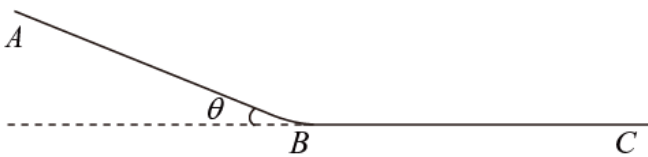
若系统总机械能的减少量等于克服摩擦力做功，则物块与木板之间的摩擦因数为_____（保留两位有效数字）

13. 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 2kg 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 1.5m/s 的初速度、 3m/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. 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_0 、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。

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

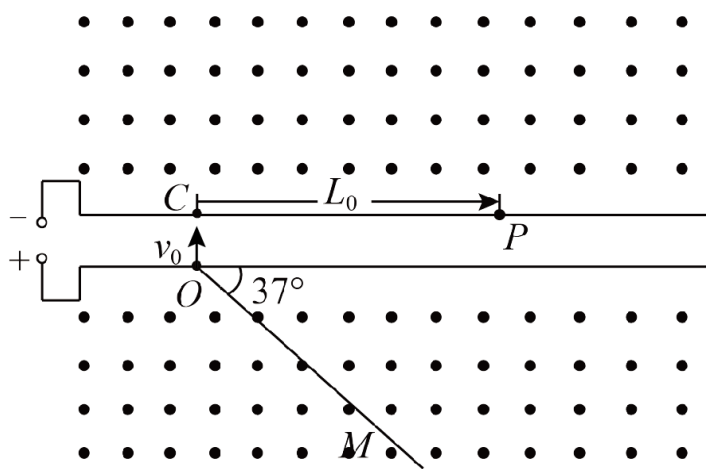
(1) 若粒子经电场一次加速后正好打在 P 点处的粒子靶上，求可调电源电压 U_0 的大小；

(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（ $CH \leq CP < CS$ ， 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）。



(二) 选考题：共 12 分。请考生从 2 道题中任选一题作答，并用 2B 铅笔将答题卡上所选题目对应的题号右侧方框涂黑，按所涂题号进行评分；多涂、多答，按所涂的首题进行评分；不涂，按本选考题的首题进行评分。

15. 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”）汽缸 B 内气体的内能，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。

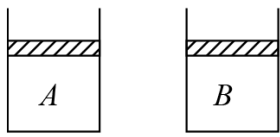


图1

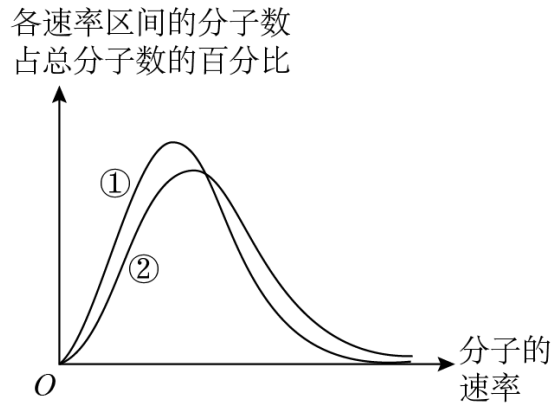


图2

16. 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 $3.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ 。

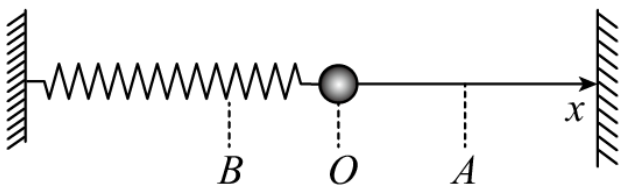
(1) 当夹层中空气的温度升至 37°C ，求此时夹层中空气的压强；

(2) 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 ，大气压强为 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

17. 如图，一弹簧振子沿 x 轴做简谐运动，振子零时刻向右经过 A 点， 2s 后第一次到达 B 点，已知振子经

过 A 、 B 两点时的速度大小相等， 2s 内经过的路程为 0.4m 。该弹簧振子的周期为 _____ s ，振幅为 _____ m 。



18. 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：

(1) 半圆柱体对该单色光 折射率；

(2) 两个半圆柱体之间的距离 d 。

