2005 年天津理综

1. 下列说法中正确的是 (　)

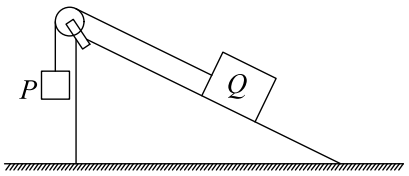
A. 一定质量的气体被压缩时，气体压强不一定增大

B. 一定质量的气体温度不变压强增大时，其体积也增大

C. 气体压强是由气体分子间的斥力产生的

D. 在失重的情况下，密闭容器内的气体对器壁没有压强

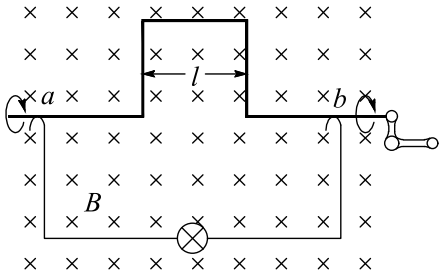
2. 如图所示，表面粗糙的固定斜面顶端安有滑轮，两物块 P、Q 用轻绳连接并跨过滑轮（不计滑轮的质量和摩擦），P 悬于空中，Q 放在斜面上，均处于静止状态。当用水平向左的恒力推 Q 时，P、Q 仍静止不动，则 (　)



A. Q 受到的摩擦力一定变小　　B. Q 受到的摩擦力一定变大

C. 轻绳上拉力一定变小　　D. 轻绳上拉力一定不变

3. 将硬导线中间一段折成不封闭的正方形，每边长为 l，它在磁感应强度为 B、方向如图的匀强磁场中匀速转动，转速为 n，导线在 a、b 两处通过电刷与外电路连接，外电路有额定功率为 P 的小灯泡并正常发光，电路中除灯泡外，其余部分的电阻不计，灯泡的电阻应为 (　)



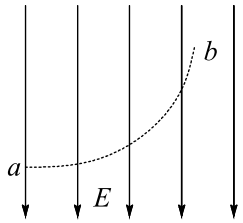
A. $\frac{(2\pi l^2nB)^2}{P}$　　B. $\frac{2(\pi l^2nB)^2}{P}$　　C. $\frac{(l^2nB)^2}{2P}$　　D. $\frac{(l^2nB)^2}{P}$

4. 某光电管的阴极是用金属钾制成的，它的逸出功为 2.21 eV，用波长为 2.5×10^{-7} m 的紫外线照射阴极，已知真空中光速为 3.0×10^8 m/s，元电荷为 1.6×10^{-19} C，普朗克常量为 6.63×10^{-34} J·s，求得钾的极限频率和该光电管发射的光电子的最大动能应分别是 (　)

A. 5.3×10^{14} Hz，2.2 J　　B. 5.3×10^{14} Hz，4.4×10^{-19} J

C. 3.3×10^{33} Hz，2.2 J　　D. 3.3×10^{33} Hz，4.4×10^{-19} J

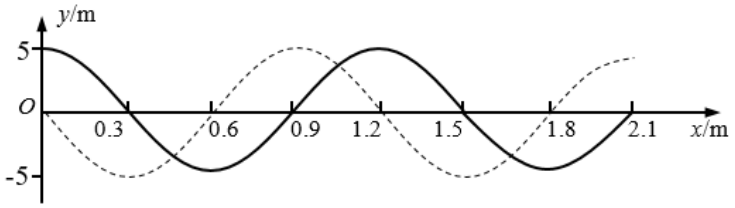
5. 一带电油滴在匀强电场 E 中的运动轨迹如图中虚线所示，电场方向竖直向下。若不计空气阻力，则此带电油滴从 a 运动到 b 的过程中，能量变化情况为（　）



A. 动能减小　　B. 电势能增加

C. 动能和电势能之和减小　　D. 重力势能和电势能之和增加

6. 图中实线和虚线分别是 x 轴上传播的一列简谐横波在 $t=0$ 和 $t=0.03\,\mathrm{s}$ 时刻的波形图，$x=1.2\,\mathrm{m}$ 处的质点在 $t=0.03\,\mathrm{s}$ 时刻向 y 轴正方向运动，则（　）



A. 该波的频率可能是 125 Hz

B. 该波的波速可能是 10 m/s

C. $t=0$ 时 $x=1.4\,\mathrm{m}$ 处质点的加速度方向沿 y 轴正方向

D. 各质点在 0.03 s 内随波迁移 0.9 m

7. 现用电子显微镜观测线度为 d 的某生物大分子的结构。为满足测量要求，将显微镜工作时电子的德布罗意波长设定为 $\frac{d}{n}$，其中 $n>1$。已知普朗克常量 h、电子质量 m 和电子电荷量 e，电子的初速度不计，则显微镜工作时电子的加速电压应为（　）

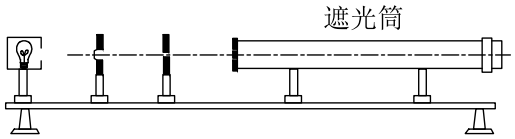
A. $\frac{n^2h^2}{med^2}$　　B. $\left(\frac{md^2h^2}{n^2e^3}\right)^{\frac{1}{3}}$　　C. $\frac{d^2h^2}{2men^2}$　　D. $\frac{n^2h^2}{2med^2}$

8. 土星周围有美丽壮观的“光环”，组成环的颗粒是大小不等、线度从 1 μm 到 10 m 的岩石、尘埃，类似于卫星，它们与土星中心的距离从 $7.3\times10^4\,\mathrm{km}$ 延伸到 $1.4\times10^5\,\mathrm{km}$。已知环的外缘颗粒绕土星做圆周运动的周期约为 14 h，引力常量为 $6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$，则土星的质量约为（估算时不考虑环中颗粒间的相互作用）（　）

A. $9.0\times10^{16}\,\mathrm{kg}$　　B. $6.4\times10^{17}\,\mathrm{kg}$　　C. $9.0\times10^{25}\,\mathrm{kg}$　　D. $6.4\times10^{26}\,\mathrm{kg}$

9. 现有毛玻璃屏 A、双缝 B、白光光源 C、单缝 D 和透红光的滤光片 E 等光学元件，要把它们放在如图所示的光具座上组装成双缝干涉装置，用以测量红光的波长。

(1) 将白光光源 C 放在光具座最左端，依次放置其他光学元件，由左至右，表示各光学元件的字母排列顺序应为 C、_____、A。



(2) 本实验的步骤有：

① 取下遮光筒左侧的元件，调节光源高度，使光束能直接沿遮光筒轴线把屏照亮；

② 按合理顺序在光具座上放置各光学元件，并使各元件的中心位于遮光筒的轴线上；

③ 用米尺测量双缝到屏的距离；

④ 用测量头（其读数方法同螺旋测微器）测量数条亮纹间的距离。

在操作步骤②时还应注意_____和_____。

(3) 将测量头的分划板中心刻线与某条亮纹中心对齐，将该亮纹定为第 1 条亮纹，此时手轮上的示数如图 a 所示。然后同方向转动测量头，使分划板中心刻线与第 6 条亮纹中心对齐，记下此时图 b 中手轮上的示数_____mm，求得相邻亮纹的间距 Δx 为_____mm。

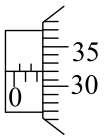


图 a

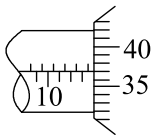
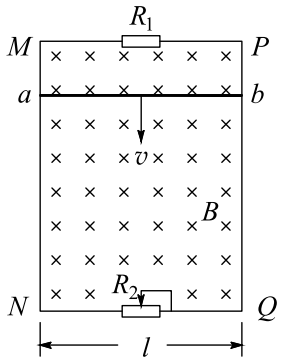


图 b

(4) 已知双缝间距 d 为 $2.0\times10^{-4}\,\mathrm{m}$，测得双缝到屏的距离 l 为 $0.700\,\mathrm{m}$，由计算式 $\lambda=$_____，求得所测红光波长为_____nm。

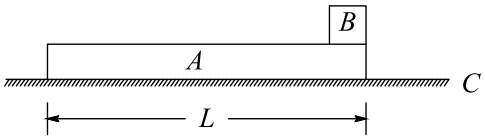
10. 图中 MN 和 PQ 为竖直方向的两平行长直金属导轨，间距 l 为 0.40 m，电阻不计。导轨所在平面与磁感应强度 B 为 0.50 T 的匀强磁场垂直。质量 m 为 6.0×10^{-3} kg、电阻为 1.0 Ω 的金属杆 ab 始终垂直于导轨，并与其保持光滑接触。导轨两端分别接有滑动变阻器和阻值为 3.0 Ω 的电阻 R_1。当杆 ab 达到稳定状态时以速率 v 匀速下滑，整个电路消耗的电功率 P 为 0.27 W，重力加速度取 10 m/s^2，试求速率 v 和滑动变阻器接入电路部分的阻值 R_2。



11. 如图所示，质量 m_A 为 4.0 kg 的木板 A 放在水平面 C 上，木板与水平面间的动摩擦因数 μ 为 0.24，木板右端放着质量 m_B 为 1.0 kg 的小物块 B（视为质点），它们均处于静止状态。木板突然受到水平向右的 12 N·s 的瞬时冲量 I 作用开始运动，当小物块滑离木板时，木板的动能 E_{kA} 为 8.0 J，小物块的动能为 0.50 J，重力加速度取 10 m/s^2，求：

(1) 瞬时冲量作用结束时木板的速度 v_0；

(2) 木板的长度 L。



12. 正电子发射计算机断层（PET）是分子水平上的人体功能显像的国际领先技术，它为临床诊断和治疗提供全新的手段。

(1) PET 在心脏疾病诊疗中，需要使用放射正电子的同位素氮 13 示踪剂。氮 13 是由小型回旋加速器输出的高速质子轰击氧 16 获得的，反应中同时还产生另一个粒子，试写出该核反应方程。

(2) PET 所用回旋加速器示意如图，其中置于高真空中的金属 D 形盒的半径为 R，两盒间距为 d，在左侧 D 形盒圆心处放有粒子源 S，匀强磁场的磁感应强度为 B，方向如图所示。质子质量为 m，电荷量为 q。设质子从粒子源 S 进入加速电场时的初速度不计，质子在加速器中运动的总时间为 t（其中已略去了质子在加速电场中的运动时间），质子在电场中的加速次数与回旋半周的次数相同，加速质子时的电压大小可视为不变。求此加速器所需的高频电源频率 f 和加速电压 U。

(3) 试推证当 $R \gg d$ 时，质子在电场中加速的总时间相对于在 D 形盒中回旋的时间可忽略不计（质子在电场中运动时，不考虑磁场的影响）。

