

## 2022 届全国高三第一次学业质量联合检测

## 物 理

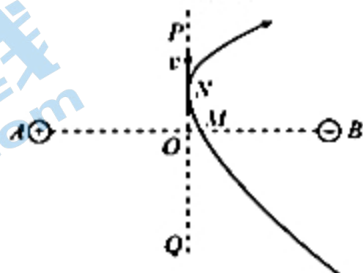
本试卷 8 页。总分 110 分。考试时间 90 分钟。

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
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 6 小题，每小题 5 分，共 30 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. 极光是一种绚丽多彩的等离子体现象，多发生在地球南、北两极的高空。极光是由于空间中的高能带电粒子进入地球时轰击大气层产生的，高能带电粒子使地球大气(分子(原子)激发到高能级，在受激的分子(原子)恢复到基态的过程中会辐射光。下列对氢原子光谱的说法正确的是
- | $n$      | $E_n/\text{eV}$ |
|----------|-----------------|
| $\infty$ | 0               |
| 5        | -0.54           |
| 4        | -0.85           |
| 3        | -1.51           |
| 2        | -3.4            |
| 1        | -13.6           |
- A. 大量氢原子从  $n=4$  激发态跃迁到基态最多能发出 3 种不同频率的光
- B. 用能量为 11 eV 的光子照射处于基态的氢原子，可使氢原子跃迁到第 2 能级
- C. 根据玻尔理论可知，电子可以绕原子核沿任意轨道做匀速圆周运动
- D. 用  $n=4$  能级跃迁到  $n=1$  能级辐射出的光照射金属铂，产生的光电子的最大初动能为 6.41 eV，则金属铂的逸出功为 6.34 eV
2. 如图所示，在真空中有 A、B 两个固定的等量异种点电荷，O 为 A、B 连线的中点，PQ 为 A、B 连线的中垂线。现有一个带电粒子从无穷远处射入并穿过此区域，一段运动轨迹如图中实线所示，该轨迹与两点电荷连线交于 M 点，与 PQ 相切于 N 点，在切点 N 处该粒子的速度为  $v$ ，不考虑粒子的重力，该区域没有其他电荷，则

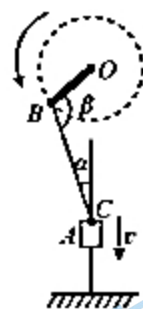


- A. 该粒子带负电
- B. M 点的电场强度小于 N 点的电场强度
- C. 在穿过该区域的整个过程中，该粒子的电势能先增大后减小
- D. 在穿过该区域的整个过程中，该粒子的初速度大小一定为  $v$

3. 2017年8月30日,中国航天科工集团在武汉宣布,已启动“高速飞行列车”的研发项目,将采用“磁悬浮+低真空”模式,这种模式具有超高速、高安全、低能耗、噪声小、污染小等特点。若列车由北京南站沿直线直达天津某站(全长为153 km)采用这种模式,匀速行驶的速度为1 080 km/h。考虑乘客乘坐时的舒适度和列车功率等因素,列车加速和减速阶段的加速度大小恒为 $2 \text{ m/s}^2$ 。下列说法正确的是

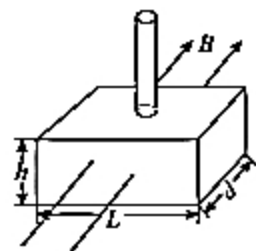
- A. 因北京南站到天津某站距离太短,所以没必要采用这种列车
- B. 北京南站至天津某站的直达列车到站前减速阶段的位移大小为29.16 km
- C. 北京南站至天津某站的直达列车匀速运动的时间为6 min
- D. 北京南站至天津某站的直达列车匀速运动的时间为8.5 min

4. 自1860年出现第一个以蒸汽推动的旋转木马后,如今在各个大小游乐场等地方皆有各式旋转木马,深受游客喜爱。木马上下运动的原理可以简化为如图所示的联动装置,连杆 $OB$ 、 $BC$ 可绕图中 $O$ 、 $B$ 、 $C$ 三处的转轴转动,通过连杆 $OB$ 在竖直面内的圆周运动,可以使与连杆 $BC$ 连着的滑块 $A$ (木马)沿固定的竖直杆上下滑动。已知 $OB$ 杆长为 $L$ ,绕 $O$ 点沿逆时针方向匀速转动的角速度为 $\omega$ ,当连杆 $BC$ 与竖直方向夹角为 $\alpha$ 时, $BC$ 杆与 $OB$ 杆的夹角为 $\beta$ ( $\beta > \frac{\pi}{2}$ )。下列说法正确的是



- A. 此时滑块 $A$ 在竖直方向的速度大小为 $\frac{\omega L \cos \beta}{\cos \alpha}$
- B. 此时滑块 $A$ 在竖直方向的速度大小为 $\frac{\omega L \sin \beta}{\cos \alpha}$
- C. 当 $\alpha=0$ 时,滑块 $A$ 的速度最大
- D. 当 $\beta=\frac{\pi}{2}$ 时,滑块 $A$ 的速度最小

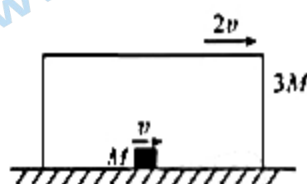
5. 目前全球已经开始全面注射新冠疫苗,全球经济有望在今年恢复。科学家研发出一种无须针头就能注射药物的新方法,可用一种高压喷射器将药物透过皮肤注入体内。如图所示是竖直放置的高压喷射器的示意图,已知高压喷射器泵体是高为 $h$ 的长方体槽,槽左、右正对的两壁是间距为 $L$ 的导电金属板,两金属板间加上电压 $U$ 。槽的前、后两绝缘壁间的距离为 $d$ ,两绝缘壁间有沿水平方向的磁感应强度大小为 $B$ 的匀强磁场。槽的下部与其中的药液接触,上部与竖直的绝缘细管相连。已知药液的电阻率为 $\rho_1$ 、密度为 $\rho_2$ ,重力加速度为 $g$ ,喷射器正常工作时,药液可以被压到细管中,则下列说法正确的是



- A. 槽的左壁应该接电源负极,右壁接电源正极
- B. 电压以及泵体其他参数一定时,槽的长度 $L$ 越长,药液受到的安培力越大
- C. 电压以及泵体其他参数一定时,槽的前、后绝缘壁间的距离 $d$ 越大,药液受到的安培力越大
- D. 高压喷射器正常工作时, $U > \frac{\rho_1 \rho_2 d g}{B}$

6. 如图所示,一质量为  $3M$  的盒子沿光滑水平面以速度  $2v$  向右运动,盒底上表面光滑,同时在盒内有一质量为  $M$  的小物块以水平速度  $v$  向右运动,如果每一次碰撞都没有机械能损失,则

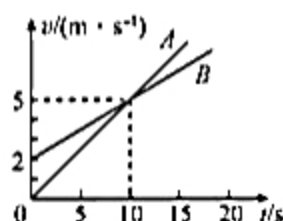
- A. 盒子与小物块最终静止
- B. 盒子与小物块最终达到相同速度,从而做匀速运动
- C. 第一次碰撞后瞬间,小物块相对水平面的速度大小为  $\frac{3}{2}v$
- D. 第一次碰撞后瞬间,小物块相对水平面的速度大小为  $\frac{5}{2}v$



二、多项选择题:本题共 4 小题,每小题 5 分,共 20 分。在每小题给出的四个选项中,有多个选项是符合题目要求的。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

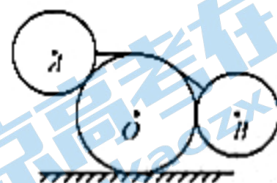
7.  $A$ 、 $B$  两汽车沿平直公路的相邻车道同向行驶,其速度—时间图像如图所示。下列说法正确的是

- A. 在  $0 \sim 10$  s 内两汽车的距离可能一直在增大
- B. 两汽车的最大距离一定为 10 m
- C.  $A$ 、 $B$  两汽车可能在  $t = 5$  s 时和  $t = 15$  s 时相遇
- D.  $A$ 、 $B$  两汽车只能在  $t = 10$  s 时相遇



8. 如图所示,一个半径为  $3r$  的光滑圆柱体固定在水平地面上,其轴线与地面平行。另有两个半径均为  $2r$  的球  $A$ 、 $B$  用轻绳连接后,搭在圆柱体上, $A$  球的球心与圆柱体最高点等高, $B$  球的球心与圆柱体的轴线等高,两球均处于静止状态。下列说法正确的是

- A. 轻绳中的拉力与  $A$  球的重力大小相等
- B.  $A$  球的重力与圆柱体对  $A$  球的弹力之比为  $3 : 5$
- C.  $A$ 、 $B$  两球的质量之比为  $4 : 5$
- D.  $A$ 、 $B$  两球的质量之比为  $5 : 4$

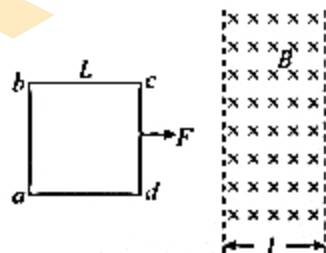


9. 2021 年 5 月 15 日,科研团队根据“祝融号”火星车发回遥测信号确认,“天问一号”着陆巡视器成功着陆于预选着陆区,我国首次火星探测任务取得圆满成功。假设火星和地球都是形状规则、质量分布均匀的球体,火星的密度为地球的  $\frac{11}{8}$  倍,直径为地球的一半,自转周期与地球的自转周期相等,但公转周期是地球的两倍,火星和地球绕太阳运行的轨道都视为圆轨道。不考虑星球表面气体的阻力,下列说法正确的是

- A. 用同一个弹弓将同一弹丸以相同的速度竖直向上弹射后所能达到的最大高度,在火星表面是在地球表面的  $\frac{11}{16}$
- B. 用同一个弹弓将同一弹丸以相同的速度竖直向上弹射后所能达到的最大高度,在火星表面是在地球表面的  $\frac{16}{11}$  倍
- C. 火星与地球绕太阳的公转轨道半径之比为  $\sqrt{4} : 1$
- D. 能使火星和地球自行解体的最小自转周期之比为  $2\sqrt{2} : \sqrt{11}$

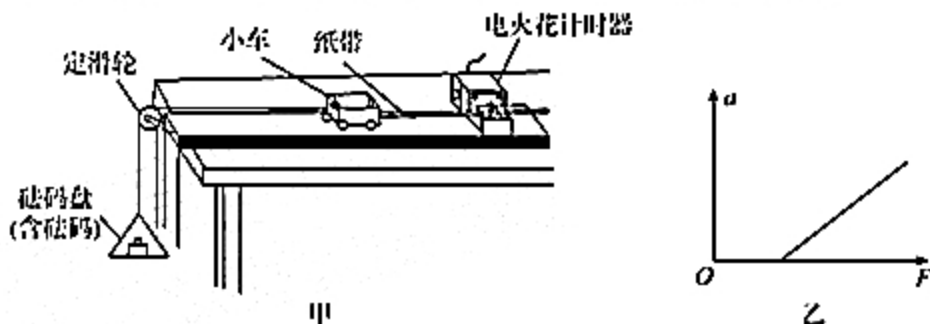
10. 如图所示,在光滑水平桌面(图中未画出)上有一质量为  $m$ 、电阻为  $R$ 、边长为  $L$  的正方形单匝线框  $abcd$ 。线框右侧存在垂直于桌面向下的磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场,磁场宽度为  $l$ ,且  $L > l$ 。对线框施加一个水平向右的恒力  $F$ ,使线框从图示位置由静止开始向右运动, $cd$  边始终与磁场边界平行。已知  $cd$  边在经过磁场左、右边界时的瞬时速度相同。下列说法正确的是

- A. 线框  $cd$  边通过磁场的过程中一定是先减速再加速  
 B. 线框穿过磁场过程中产生的热量一定为  $2Fl$   
 C. 线框  $ab$  边进入磁场时的速度大于  $\frac{FR}{B^2L^2}$   
 D. 线框穿过磁场过程中的最小速度为  $\frac{FR}{B^2L^2}$



三、实验题:本题共 2 小题,共 14 分。把答案写在答题卡中指定的答题处,不要求写出演算过程。

11. (6 分)小明采用如图甲所示的实验装置,探究加速度与物体所受的合外力和质量间的关系。小明将小车置于一端带有定滑轮的长木板上,并在小车的右侧固定一条长纸带,在小车的左侧固定一根长细线,长细线的另一端绕过定滑轮系有砝码盘,将电火花计时器固定在长木板的右端并与频率为 50 Hz 的交流电源相连,砝码盘及盘中砝码的总质量为  $m$ ,小车及车中砝码的总质量为  $M$ ,小车的加速度可由纸带上打出的点计算得出。



(1)小明在保持砝码盘及盘中砝码的总质量一定的条件下,探究加速度与小车质量的关系时,每次改变小车的质量后,\_\_\_\_\_ (填“需要”或“不需要”)重新平衡摩擦力。

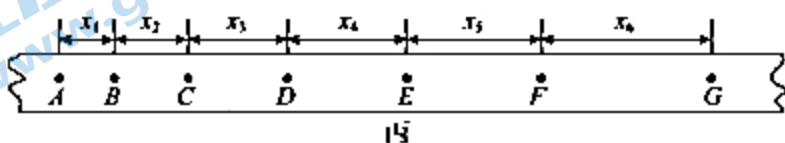
(2)关于本实验,下列说法错误的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号)

- A. 必须保证小车及车中砝码的总质量远大于砝码盘和盘中砝码的总质量  
 B. 连接砝码盘和小车的细线应跟长木板保持平行  
 C. 平衡摩擦力时,应将砝码盘(含砝码)用跨过定滑轮的细线拴在小车上

D. 小车释放前应拉至电火花计时器的附近,先接通电源,待打点计时器正常工作后再释放小车

(3)小明在探究加速度与物体所受合外力的关系时,已经保持小车及车中砝码的总质量  $M$  为某定值,但是得到的  $a-F$  图像如图乙所示( $a$  是小车的加速度, $F$  是小车所受的拉力),图线明显偏离坐标原点,其原因是\_\_\_\_\_。

(4)实验中得到如图丙所示的一条纸带, $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$ 、 $G$  为计数点,相邻计数点之间还有四个点未画出,但只测得  $x_1 = 1.23 \text{ cm}$ ,  $x_2 = 2.74 \text{ cm}$ 。



根据以上数据,可求出小车的加速度大小  $a =$  \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。(结果保留两位有效数字)

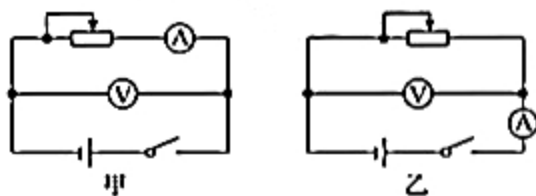
12. (8分)小明在超市中发现两种品牌的5号干电池,他利用电流表和电压表设计实验,分别测定一节这两种品牌干电池的电动势和内阻。

(1)实验时有开关和导线若干,以及以下器材:

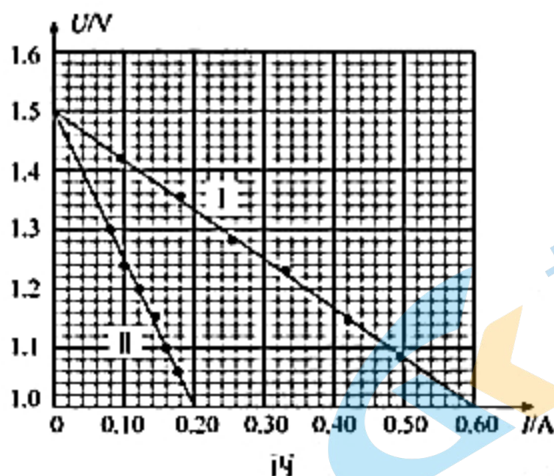
- A. 电压表(0~3 V,内阻约为1 kΩ)
- B. 电流表(0~3 A,内阻为0.2 Ω)
- C. 电流表(0~0.6 A,内阻为0.5 Ω)
- D. 滑动变阻器(0~20 Ω,允许通过的最大电流为1 A)
- E. 滑动变阻器(0~200 Ω,允许通过的最大电流为0.5 A)

实验中电流表应选用\_\_\_\_\_;滑动变阻器应选用\_\_\_\_\_。(均填相应器材前的字母)

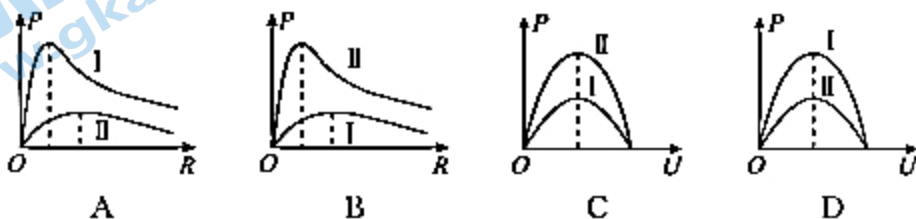
(2)小明应该选择的实验电路是图\_\_\_\_\_ (填“甲”或“乙”)。



(3)小明分别记录了6组数据并在同一坐标纸内画出两个干电池的 $U-I$ 图线,如图丙所示。根据所画图线可得出品牌I干电池的电动势 $E=$ \_\_\_\_\_ V,内阻 $r=$ \_\_\_\_\_ Ω。(结果均保留两位小数)



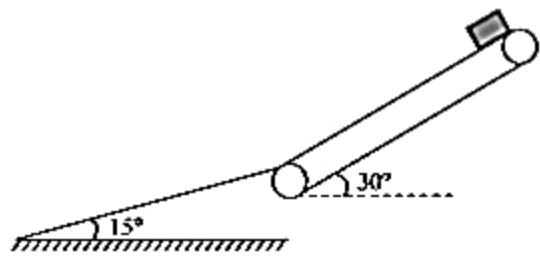
(4)小明根据数据发现一节不同品牌干电池的电动势基本相同,只是内阻差异较大,小明继续对I、II两个品牌干电池做了进一步探究,对电池的输出功率 $P$ 随外电阻 $R$ 变化的关系,以及电池的输出功率 $P$ 随路端电压 $U$ 变化的关系进行了猜想和实验验证,并分别画出了下列的 $P-R$ 和 $P-U$ 图像。下列各图中可能正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号)



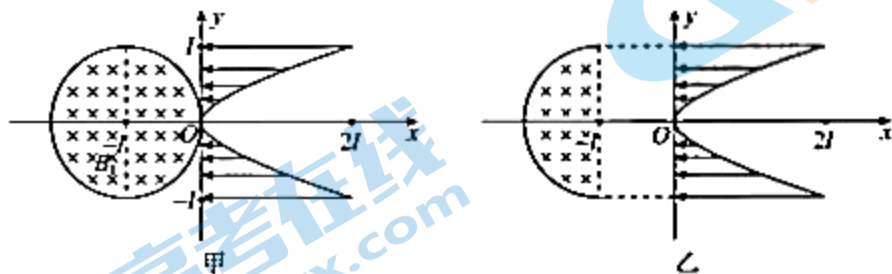
四、计算题:本题共 2 小题,共 31 分。把解答写在答题卡中指定的答题处,要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。

13. (12 分)工人经常利用传送带将货物从高处运送到低处。如图所示,长度  $L_1 = 6 \text{ m}$ 、倾角  $\theta = 30^\circ$ 、上表面平直的传送带以恒定速率  $v_1 = 4 \text{ m/s}$  逆时针运行,货物与传送带间的动摩擦因数  $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}}{5}$ ,传送带下端与一倾角为  $15^\circ$  的斜面平滑连接,货物与斜面间的动摩擦因数  $\mu_2 = \frac{2}{3}$ 。现将一质量  $m = 20 \text{ kg}$  的货物(体积可以忽略)轻放在传送带的上端,货物沿传送带和斜面运动至斜面底端时速度大小为  $1 \text{ m/s}$ ,取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , $\sin 15^\circ = 0.259$ 、 $\cos 15^\circ = 0.966$ ,求:

- (1)货物与传送带达到共同速度之前货物经过的位移大小  $x_1$ ;
- (2)斜面的长度  $L_2$  (结果保留两位有效数字);
- (3)货物在传送带上运动的过程中,系统产生的总热量  $Q$ 。



14. (19 分)如图甲所示,在平面内建立坐标系  $xOy$ 。在第一、四象限内有抛物线  $x = \frac{2}{l}y^2$ ,在第二、三象限存在以  $(-l, 0)$  为圆心、半径为  $l$ 、垂直于纸面向里的磁感应强度大小为  $B_1$  的圆形匀强磁场区域。抛物线与  $y$  轴之间  $-l \leq y \leq l$  范围内存在沿  $x$  轴负方向的电场,在第一象限中的抛物线边界上有许多静止的质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子,从静止释放后可沿电场方向加速,电场强度大小为  $E = \frac{qB_1^2 l^3}{4my^2}$ ,不计粒子的重力和粒子间的相互作用( $l$ 、 $B_1$ 、 $m$ 、 $q$  均为已知量)。



- (1)求在抛物线上  $y_1 = \frac{1}{2}l$  处由静止释放的粒子在磁场中运动的时间;
- (2)将右半圆磁场去掉(如图乙),并将左半圆磁场的磁感应强度大小改为  $B_2$ ,在抛物线上  $y_2 = \frac{1}{3}l$  处由静止释放粒子,求粒子由静止释放到达坐标  $(-l, -l)$  处的最短时间及此时  $B_2$  的大小;

(3) 仍将右半圆磁场去掉(如图乙),并将左半圆磁场的磁感应强度大小改为  $B_1$ ,再将抛物线与  $y$  轴之间  $-l \leq y \leq l$  范围内的电场强度改为  $E$ 。(  $E$  为已知量),发现所有释放的粒子经过磁场偏转后都从直线  $x = -l$  上某一点射出磁场,求该点的坐标以及  $B_1$  的大小。

五、选考题:共 15 分。请考生在第 15、16 题中任选一题作答。如果多做,则按所做的第一题计分。计算题请写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。

15. [物理——选修 3-3]

(1)(5 分)下列说法正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)

- A. 一定质量的理想气体向真空自由膨胀的过程中,气体对外界做功且内能减少
- B. 一定质量的理想气体在等温压缩的过程中,气体的内能不变
- C. 空调机在制冷的过程中,向室外放出的热量大于从室内吸收的热量
- D. 若气体的温度不变,压强减小,则单位时间撞击器壁单位面积的分子数一定减少
- E. 物体吸热,温度一定升高,分子热运动的平均动能一定增大

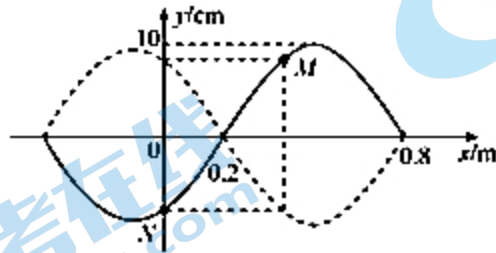
(2)(10 分)20 世纪 80 年代初,中国队囊括第三十六届世界乒乓球锦标赛 7 项冠军之后,就有人提出把乒乓球加大,把网加高等建议,但这一建议没有得到人们的重视。此后,乒乓球运动技术不断发展,球速越来越快,旋转越来越强,不少运动员对阵时回合减少,有时球飞如闪电,观众还未看清,胜负已经决出,削弱了乒乓球爱好者的兴趣。2000 年 2 月 23 日,国际乒联特别大会和代表大会在吉隆坡通过 40 mm 大球改革方案,决定从 2000 年 10 月 1 日起,使用直径为 40 mm、质量为 2.7 g 的大球,从而取代直径为 38 mm 小球。

在气温恰好为  $0^\circ\text{C}$  时,两位同学使用这种大乒乓球时不小心把球踩瘪了,但没漏气,只是球的体积变为原来的  $\frac{4}{5}$ 。聪明的他们将乒乓球没入盛有  $80^\circ\text{C}$  热水的杯子中(设球内气体迅速与水温  $80^\circ\text{C}$  相同),很快使乒乓球完全恢复了原状。设该乒乓球制造时气温为  $27^\circ\text{C}$ ,其内部气体的压强  $p = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,已知  $T = t + 273 \text{ K}$ ,求:(结果均保留三位有效数字)

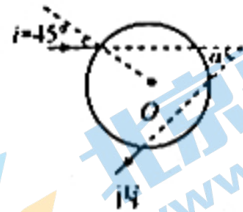
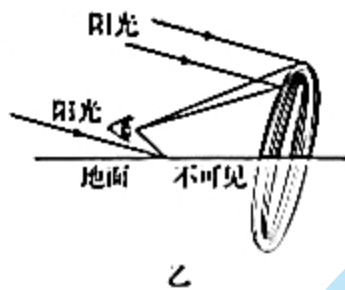
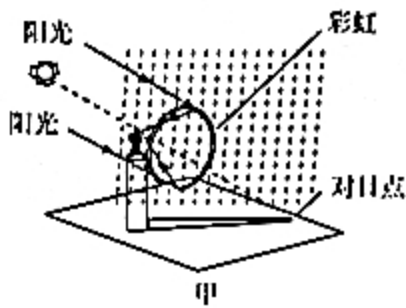
- (I) 被踩瘪前球内气体的压强;
- (II) 乒乓球内气体压强的最大值。

16. [物理——选修 3-4]

(1)(5分) 一列简谐横波沿  $x$  轴传播, 振幅为  $10\text{ cm}$ 。  $t=0$  时刻, 该波波形如图中实线所示, 此时  $x=0$  处的质点  $N$  沿  $y$  轴负向振动, 质点  $M$  此时的纵坐标为  $5\sqrt{3}\text{ cm}$ 。 经过  $\Delta t=1\text{ s}$  ( $\Delta t < T$ ) 波形如图中虚线所示, 则此列波的传播方向沿  $x$  轴 \_\_\_\_\_ (填“正”或“负”) 方向, 该简谐横波的周期是 \_\_\_\_\_  $\text{s}$ 。  $t=0$  时刻质点  $M$  的横坐标是 \_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。



(2)(10分) 我们总把彩虹比作一座拱桥, 对神秘的彩虹尽头充满遐想。然而, 彩虹并不存在尽头, 因为它的全貌是个完整的圆环。那为什么我们看到的彩虹永远是一道弧呢? 原来照向地球的阳光可近似看作平行光, 光从水滴的不同位置入射后会发生各个方向的偏折, 你的视线与入射阳光的夹角处于某个范围内时, 看到的彩虹最清楚(折射光最强), 如果你改变位置, 彩虹的位置也会随之移动, 如果你在高山上或者空中, 看到的彩虹是完整的环(如图甲所示), 在地面上的你只能看到圆环的一部分(如图乙所示), 雨后空气(中的小水滴可以等效成球形水珠, 水珠对阳光的折射光路和反射光路如图丙所示, 假设一束阳光射到球形水珠上, 入射角为  $45^\circ$ , 该水珠对紫光的折射率  $n=\sqrt{2}$ , 该紫光经折射进入水珠内, 又经水珠内表面反射一次, 再经水珠表面折射进入人的眼睛,  $\alpha$  角即为人眼看到紫光的视线与入射阳光的夹角。



- (I) 求  $\alpha$  角的大小;  
 (II) 试分析红光、紫光  $\alpha$  角的大小关系。





# 参考答案及解析

## 2022 届全国高三第一次学业质量联合检测 · 物理

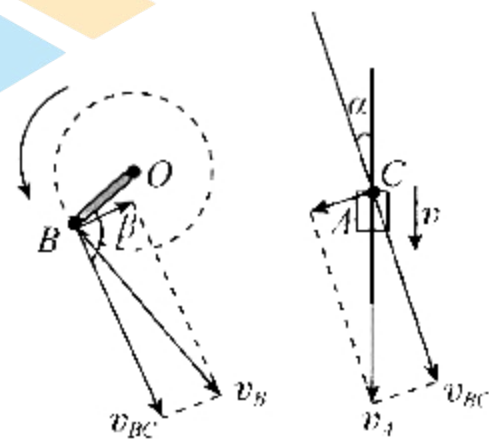
### 一、单项选择题

1. D 【解析】大量氢原子从  $n=4$  激发态跃迁到基态最多能发出  $C_4^2=6$  种不同频率的光, A 错误; 光子的能量为  $11\text{ eV}$ , 超过了氢原子第 1 能级和第 2 能级的能量差, 但小于第 1 能级和第 3 能级的能量差, 故处于基态的氢原子无法吸收  $11\text{ eV}$  的光子的能量而发生跃迁, B 错误; 玻尔理论指出核外电子只能在某些特定的圆形轨道上运动, C 错误; 处于  $n=4$  能级的氢原子跃迁到  $n=1$  能级辐射出的光子的能量为  $E=E_4-E_1=-0.85\text{ eV}-(-13.6\text{ eV})=12.75\text{ eV}$ , 根据爱因斯坦光电效应方程知, 金属铂的逸出功为  $W_0=E-E_{k0}=6.34\text{ eV}$ , D 正确。

2. D 【解析】根据粒子的运动轨迹可以判断出粒子带正电, A 错误; 由等量异种电荷的电场线分布特点知, M 点的电场强度大于 N 点的电场强度, B 错误; 设无穷远处的电势为零, PQ 为等势线, 可知无穷远处和 N 点电势相等, 由  $E_p=q\varphi$  知, 该粒子在无穷远处和 N 点的电势能相等, 则该粒子在无穷远处和 N 点的动能相等, 速度大小相等, 电势能先减小, 后增大, 再减小, 又增大, C 错误, D 正确。

3. C 【解析】列车加速的时间  $t=\frac{v}{a}=150\text{ s}$ , 加速过程中的位移  $x_1=\frac{v^2}{2a}=22.5\text{ km}$ , 匀速运动的时间  $t_2=\frac{x_0-2x_1}{v}=360\text{ s}$ , 匀加速或匀减速的位移为  $22.5\text{ km}$ , 列车运动全程的时间为  $11\text{ min}$ , C 正确。

4. B 【解析】B 点的瞬时速度大小  $v_B=\omega L$ , 将 B 点速度分解, 得到沿 BC 杆的速度大小  $v_{BC}=v_B\cos\left(\beta-\frac{\pi}{2}\right)=\omega L\sin\beta$ , 将滑块 A 的速度进行分解, 沿 BC 杆的速度大小为  $v_{BC}=v_A\cos\alpha$ , 如图所示, 联立解得  $v_A=\frac{\omega L\sin\beta}{\cos\alpha}$ , A 错误, B 正确; 当  $\alpha=0$  时,  $\beta=180^\circ$ , 滑块 A 的速度是 0, 为最小值, 当  $\beta=\frac{\pi}{2}$  时,  $\alpha$  角最大, 滑块 A 的速度最大, C、D 错误。



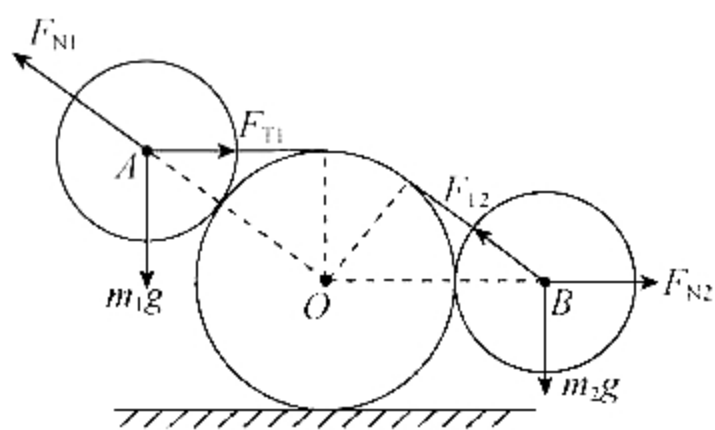
5. C 【解析】根据题意可知, 安培力方向向上, 结合左手定则可知, 电流方向由左向右, 则槽的左壁应该接电源正极, 右壁接电源负极, A 错误; 左、右两壁间的电阻为  $R=\frac{\rho_1 L}{hd}$ , 电流大小为  $I=\frac{U}{R}=\frac{Uhd}{\rho_1 L}$ , 安培力大小为  $F=BIL=\frac{BUhd}{\rho_1}$ , 即安培力大小与  $L$  无关, 与槽侧面的面积有关,  $d$  越大, 面积越大, 安培力越大, B 错误, C 正确; 要把药液喷到高处, 则  $F>mg$ ,  $m=\rho_2 Lhd$ , 解得  $U>\frac{\rho_1 \rho_2 Lg}{B}$ , D 错误。

6. D 【解析】由于水平面光滑且每一次碰撞都没有机械能损失, 盒子与小物块会一直碰撞下去, A、B 错误; 盒子与小物块发生第一次弹性碰撞后瞬间, 由动量守恒定律得  $3M \times 2v + Mv = 3Mv_1 + Mv_2$ , 由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2} \times 3M \times (2v)^2 + \frac{1}{2} Mv^2 = \frac{1}{2} \times 3Mv_1^2 + \frac{1}{2} Mv_2^2$ , 解得盒子的速度大小为  $v_1=\frac{3}{2}v$ , 小物块的速度大小为  $v_2=\frac{5}{2}v$ , C 错误, D 正确。

### 二、多项选择题

7. AC 【解析】因为 A、B 两车的初始距离未知, 所以两车何时相遇无法判断, 两车间的距离怎样变化也无法判断, B、D 错误, A、C 正确。

8. BD 【解析】对 A、B 两球进行受力分析, 如图所示, 对 A 球有  $\frac{m_1 g}{F_{T1}} = \frac{3r}{\sqrt{(5r)^2 - (3r)^2}} = \frac{3}{4}$ ,  $\frac{m_1 g}{F_{N1}} = \frac{3r}{5r} = \frac{3}{5}$ , A 错误, B 正确; 对 B 球有  $\frac{m_2 g}{F_{T2}} = \frac{3r}{5r} = \frac{3}{5}$ ,  $F_{T1} = F_{T2}$ , 联立解得  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{5}{4}$ , C 错误, D 正确。



9. BCD 【解析】根据星球表面物体的重力与万有引力

相等得  $mg = \frac{GMm}{R^2}$ , 解得地球表面的重力加速度  $g_{地} =$

$$\frac{GM}{R^2} = \frac{G\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{R^2} = \frac{4}{3}\pi G\rho R, \text{火星表面的重力加速度}$$

$$g_{火} = \frac{4}{3}\pi G \times \frac{11}{8}\rho \times \frac{R}{2} = \frac{11}{12}\pi G\rho R, \text{再由运动学公式}$$

$$v^2 = 2gh \text{ 得, } \frac{h_{火}}{h_{地}} = \frac{g_{地}}{g_{火}} = \frac{16}{11}, \text{A 错误, B 正确; 由开普勒}$$

第三定律知  $\frac{r_{火}^3}{T_{火}^2} = \frac{r_{地}^3}{T_{地}^2}$ , 解得  $\frac{r_{火}}{r_{地}} = \frac{\sqrt[3]{4}}{1}$ , C 正确; 星体恰好

自行解体时, 对火星有 
$$\frac{G \cdot \frac{11}{8}\rho \cdot \frac{4}{3}\pi \left(\frac{R}{2}\right)^3}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} m = m \cdot$$

$$\frac{(2\pi)^2}{T_{火}^2} \cdot \frac{R}{2}, \text{对地球有 } \frac{G\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{R^2} m = m \frac{(2\pi)^2}{T_{地}^2} R, \text{解得}$$

能使火星和地球自行解体的最小自转周期之比为

$$\frac{T_{火}}{T_{地}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{11}}, \text{D 正确.}$$

10. CD 【解析】由题意分析可知, cd 边从进入磁场到离开磁场的过程中速度不变, 线框做匀速运动, ab 边进入磁场之前要经历先匀速后加速的过程, A 错误; 根据能量守恒定律得, cd 边在磁场中运动时产生的热量等于拉力做的功  $Fl$ , 在 cd 边穿过磁场右边界后, 线框有一个加速过程, 则 ab 边进入磁场时的速度大于 cd 边进入磁场时的速度, ab 边穿过磁场过程中, 线框动能减小, 产生的热量大于  $Fl$ , 故线框穿过磁场的整个过程中产生的热量大于  $2Fl$ , B 错误; 当 cd 边在磁场中匀速运动时, 由  $F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R}$  得,  $v = \frac{FR}{B^2 L^2}$ , ab 边进入磁场前要经历加速过程, 则 ab 边进入磁场时的速度大于  $\frac{FR}{B^2 L^2}$ , C 正确; 线框穿过磁场的最小速度为线框做匀速运动时的速度, 为  $v = \frac{FR}{B^2 L^2}$ , D 正确。

### 三、实验题

11. (1)不需要(1分)  
(2)C(1分)

(3)没有平衡摩擦力或平衡摩擦力不足(2分)

(4)0.38(2分)

【解析】(1)当小车连有纸带并将纸带穿过打点计时器的限位孔, 获得一速度便能匀速向左运动时, 说明已经平衡了摩擦力, 当再次改变小车质量时, 小车的合外力仍然为零, 所以不需要再平衡摩擦力。

(2)因为将砝码盘及盘中砝码的总重力作为小车所受的合外力, 所以平衡摩擦力时不能将砝码盘通过细线拴在小车上, C 错误。

(3)由图乙可以看出, 当  $F$  大于某一值时, 才会产生加速度, 说明实验前没有平衡摩擦力或平衡摩擦力不足。

(4)根据  $\Delta x = aT^2$  得,  $x_5 - x_1 = 4aT^2$ , 解得  $a = 0.38 \text{ m/s}^2$ 。

12. (1)C(1分) D(1分)

(2)乙(1分)

(3)1.50(1.49~1.51 均可, 1分) 0.33(0.30~0.40 均可, 2分)

(4)AD(2分)

【解析】(1)干电池的电动势约为 1.5 V, 本实验要求电流不可过大, 故电流表选择量程为 0~0.6 A 的 C; 滑动变阻器应选 D, 若滑动变阻器选 E, 由于总阻值较大, 则滑片滑动时移动范围小, 不方便调节。

(2)由于电流表内阻已知, 采用乙图电路, 电流表分压造成的系统误差可以消除, 故选乙图。

(3)由  $U = E - Ir$  可得, 图线 I 的纵截距为  $E = 1.50 \text{ V}$ , 斜率的绝对值  $k \approx 0.83 \Omega$ , 减去电流表的内阻  $0.5 \Omega$ , 即电池的内阻  $r = 0.83 \Omega - 0.5 \Omega = 0.33 \Omega$ 。

(4)根据  $P = I^2 R = \frac{E^2}{(R-r)^2 + 4r}$ , 可知内、外电阻相等时输出功率最大, 且 II 品牌电池内阻较大, 又由  $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$  可知, II 品牌电池最大输出功率较小, A 正确, B 错误; 输出功率  $P = UI = -\frac{1}{r} \left( U - \frac{E}{2} \right)^2 + \frac{E^2}{4r}$ , 可知  $P-U$  图线应为开口向下的抛物线, 又由  $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$  可知, 电动势相同, 内阻越小, 最大输出功率越大, C 错误, D 正确。

### 四、计算题

13. (1)1 m  
(2)4.5 m  
(3)120 J

【解析】(1)货物与传送带达到共同速度的过程, 由动能定理得

$$mg \sin 30^\circ \cdot x_1 + \mu_1 mg \cos 30^\circ \cdot x_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad ①$$

$$\text{解得 } x_1 = 1 \text{ m} \quad ②$$

(2) 货物与传送带达到共同速度之后在传送带上的运动过程, 由动能定理得

$$mg \sin 30^\circ \cdot (L_1 - x_1) - \mu_1 mg \cos 30^\circ \cdot (L_1 - x_1) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad ③$$

$$\text{解得 } v_2 = 6 \text{ m/s}$$

货物在斜面上的运动过程, 由动能定理得

$$mg \sin 15^\circ \cdot L_2 - \mu_2 mg \cos 15^\circ \cdot L_2 = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 \quad ④$$

$$\text{解得 } L_2 \approx 4.5 \text{ m} \quad ⑤$$

(3) 货物与传送带达到共同速度的过程, 由动量定理得

$$mg \sin 30^\circ \cdot t_1 + \mu_1 mg \cos 30^\circ \cdot t_1 = mv_1 - 0 \quad ⑥$$

$$\text{解得 } t_1 = 0.5 \text{ s}$$

$$\text{此过程中传送带的位移 } s_1 = v_1 t_1 \quad ⑦$$

$$\text{解得 } s_1 = 2 \text{ m}$$

此后在传送带上的运动过程, 由动量定理得

$$mg \sin 30^\circ \cdot t_2 - \mu_1 mg \cos 30^\circ \cdot t_2 = mv_2 - mv_1 \quad ⑧$$

$$\text{解得 } t_2 = 1 \text{ s}$$

$$\text{此过程中传送带的位移 } s_2 = v_1 t_2 \quad ⑨$$

$$\text{解得 } s_2 = 4 \text{ m}$$

根据能量守恒定律有

$$Q = \mu_1 mg \cos 30^\circ \cdot (s_1 - x_1) + \mu_1 mg \cos 30^\circ \cdot (L_1 - x_1 - s_2) \quad ⑩$$

$$\text{解得 } Q = 120 \text{ J} \quad ⑪$$

评分标准: 本题共 12 分, ①式 2 分, ②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪式各 1 分。

14. (1)  $\frac{2\pi m}{3qB_1}$

(2)  $\frac{m}{qB_1} \left( \frac{13}{9} + \frac{2\pi}{3} \right) \frac{3}{2} B_1$

(3)  $(-l, 0) \quad 4\sqrt{\frac{mE_0}{ql}}$

【解析】(1) 粒子释放后在电场中加速运动的位移为

$$x_1 = \frac{2}{l}y_1^2, \text{ 由动能定理得}$$

$$qEx_1 = \frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

$$\text{解得 } v = \frac{qB_1 l}{m}$$

在磁场中由洛伦兹力提供向心力得

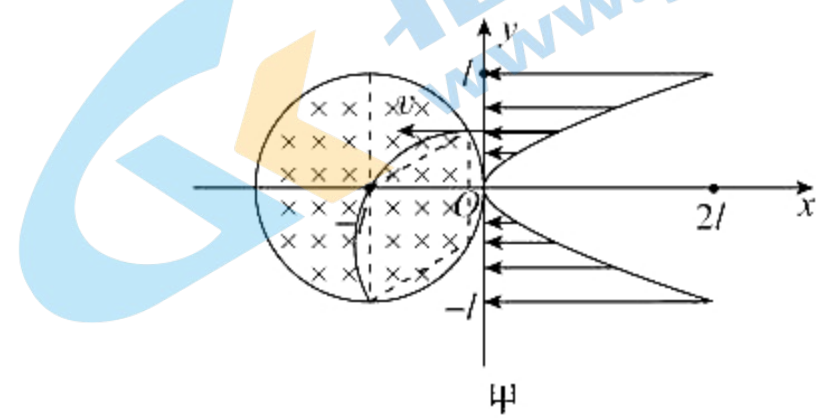
$$qvB_1 = \frac{mv^2}{r_1} \quad ②$$

$$\text{解得 } r_1 = l$$

粒子在磁场中运动的周期

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB_1} \quad ③$$

画出粒子的运动轨迹如图甲所示

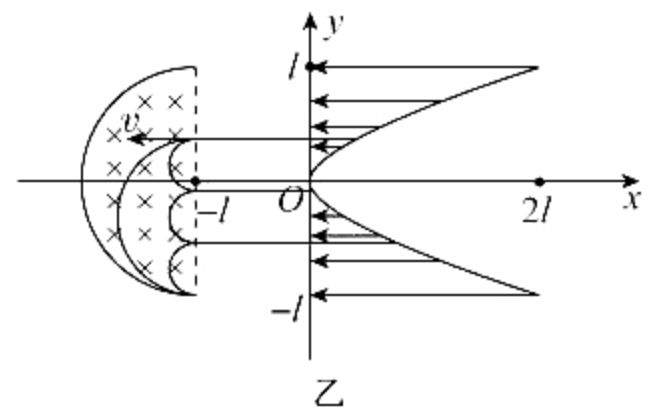


由几何关系得粒子在磁场中运动的时间

$$t = \frac{1}{3}T \quad ④$$

$$\text{解得 } t = \frac{2\pi m}{3qB_1} \quad ⑤$$

(2) 根据题意画出粒子的运动轨迹如图乙所示



粒子在电场中做匀变速直线运动, 有

$$x_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Eq}{m} t_1^2 \quad ⑥$$

$$\text{解得 } t_1 = \frac{4m}{9qB_1}$$

$$v = \frac{Eq}{m} \cdot t_1$$

粒子匀速运动时有

$$l = vt_2 \quad ⑦$$

$$\text{解得 } t_2 = \frac{m}{qB_1}$$

粒子在磁场中运动时有

$$r_2 = \frac{mv}{qB_2}$$

$$T' = \frac{2\pi m}{qB_2} \quad ⑧$$

$$\text{由题意知 } n \cdot 2r_2 = \frac{4}{3}l \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

$$t_3 = n \cdot \frac{\pi m}{qB_2} \quad ⑨$$

$$\text{解得 } t_3 = \frac{2\pi m}{3qB_1} \quad ⑩$$

分析知, 当  $n=1$  时, 运动时间最短, 为  $t_{\min} = t_1 + t_2 +$

$$t_3 = \frac{m}{qB_1} \left( \frac{13}{9} + \frac{2\pi}{3} \right) \quad ⑪$$

$$B_2 = \frac{3}{2}B_1 \quad ⑫$$

(3) 粒子在电场中加速时有

$$qE_0x = \frac{1}{2}mv'^2 \quad ⑬$$

$$\text{解得 } v' = 2\sqrt{\frac{qE_0}{ml}} \cdot y \quad ⑭$$

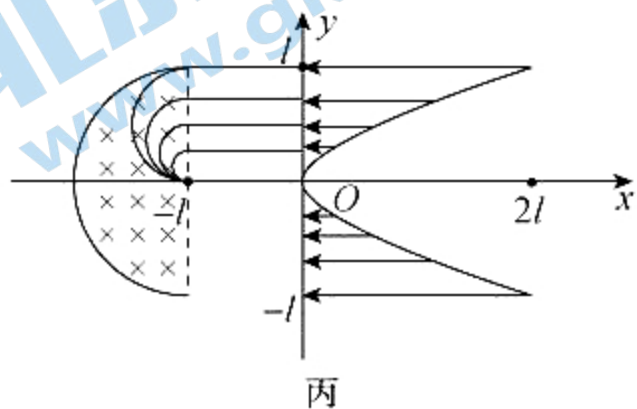
$$qv'B_3 = \frac{mv'^2}{r_3} \quad ⑮$$

$$\text{解得 } r_3 = \frac{2}{B_3}\sqrt{\frac{mE_0}{ql}} \cdot y \quad ⑯$$

可以看出当  $B_3$  为某一固定数值时,  $r_3 \propto y$ , 当  $y \rightarrow 0$  时,  $r_3 \rightarrow 0$  ⑰

因此粒子在磁场的汇聚点坐标为  $(-l, 0)$  ⑱

根据题意画出粒子的运动轨迹如图丙所示



且当  $y=l$  时,  $r_3 = \frac{1}{2}l$

$$\text{解得 } B_3 = 4\sqrt{\frac{mE_0}{ql}} \quad ⑲$$

评分标准: 本题共 19 分, ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱式各 1 分。

五、选考题

15. (1)BCD

**【解析】**一定质量的理想气体向真空自由膨胀的过程中, 气体对外界做功为零, 气体的内能不变, A 错误; 一定质量的理想气体在等温压缩的过程中, 气体的分子动能不变, 分子势能不变, 气体的内能不变, B 正确; 空调机在制冷的过程中, 除了从室内吸收热量, 消耗的电能也转化为热量, 所以向室外放出的热量大于从室内吸收的热量, C 正确; 如果气体的温度不变, 分子运动的剧烈程度不变, 而压强减小, 体积一定增大, 分子数密度减小, 则单位时间撞击器壁单位面积的分子数减少, D 正确; 晶体熔化时虽然吸热, 但温度不变, 分子平均动能不变, E 错误。

(2)(i)  $9.10 \times 10^4 \text{ Pa}$  (ii)  $1.47 \times 10^5 \text{ Pa}$

**【解析】**(i) 根据查理定律知

$$\frac{p}{T_1} = \frac{p_0}{T_0} \quad ①$$

其中  $T_1 = 300 \text{ K}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$

解得  $p_0 = 9.10 \times 10^4 \text{ Pa}$  ②

(ii) 当乒乓球与  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  的水达到热平衡且体积为原来的  $\frac{4}{5}$  时, 内部气体压强最大, 根据理想气体状态方程得

$$\frac{pV}{T_1} = \frac{p_2 \cdot \frac{4}{5}V}{T_2} \quad ③$$

其中  $T_2 = 353 \text{ K}$

解得  $p_2 = 1.47 \times 10^5 \text{ Pa}$  ④

评分标准: 本小题共 10 分, ①③式各 3 分, ②④式各 2 分。

16. (1)正(1分) 2(1分) 0.4(3分)

**【解析】** $t=0$  时刻,  $x=0$  处的质点沿  $y$  轴负向振动, 则此列波沿  $x$  轴正向传播; 由图知  $\Delta t = \frac{T}{2} = 1 \text{ s}$ , 则  $T=2 \text{ s}$ ; 由图可知此波波长  $\lambda = 1.2 \text{ m}$ , 则波速  $v = \frac{\lambda}{T} = 0.6 \text{ m/s}$ , 根据  $y = 10\sin \omega t \text{ (cm)}$ , 将  $y = 5\sqrt{3} \text{ cm}$  代入解得  $t = \frac{T}{6} = \frac{1}{3} \text{ s}$ , 当  $x=0.2 \text{ m}$  的质点的振动情况传播到质点  $M$  时传播距离为  $\Delta x = vt = 0.2 \text{ m}$ , 则点  $M$  的横坐标为  $x_M = 0.2 \text{ m} + \Delta x = 0.4 \text{ m}$ 。

(2)(i)  $30^\circ$  (ii) 红光的  $\alpha$  角比紫光的大

**【解析】**(i) 紫光光路如图所示, 根据光的折射定律知

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad ①$$

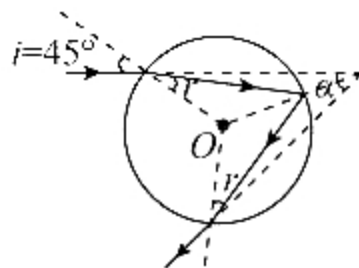
解得  $r = 30^\circ$  ②

由几何关系得

$$\frac{\alpha}{2} = r - (i - r)$$

$$\text{即 } \alpha = 4r - 2i \quad ③$$

解得  $\alpha = 30^\circ$  ④



(ii) 由(i)知  $\alpha = 4r - 2i$

水珠对红光的折射率更小 ⑤

即  $r_{\text{红}} > r_{\text{紫}}$  ⑥

解得  $\alpha_{\text{红}} > \alpha_{\text{紫}}$  ⑦

即红光的  $\alpha$  角比紫光的大

评分标准: 本小题共 10 分, ①③④式各 2 分, ②⑤⑥⑦式各 1 分。