# 2025年上海市普通高中学业水平等级性考试

# 物理试卷

（考试时间60分钟，满分100分）

（试卷共6页，答题纸共1页）

特别提示：

1．本试卷标注“多选”的试题，每小题有2 ~ 3个正确选项，漏选给一半分，错选不给分；未特别标注的选择类试题，每小题只有1个正确选项。

2．在列式计算、逻辑推理以及回答问题过程中，须给出必要的图示、文字说明、公式、演算等。

3．除特殊说明外，本卷所用重力加速度*g*大小均取9.8 m/s2。

## 一 光学实验

光学实验是通过可控手段研究光现象及其规律的实践活动，包括光的折射、干涉、衍射、偏振等基本特性验证，以及其他光学性质的研究。

1．进行杨氏双缝干涉实验时，可以正确反映出红光和紫光的双缝干涉图样的是\_\_\_\_\_\_。

红

紫

红

紫

红

紫

红

紫

B

A

C

D

2．如图，自然光经过两个环形偏振片，其中偏振片B绕圆心转动周期为*T*，则光屏上两次光强最小的时间间隔为\_\_\_\_\_\_。

自然光

光屏

A

B

A．2*T* B．*T* C．0.5*T* D．0.25*T*

3．如图，进行“测量玻璃的折射率”实验。在玻璃砖的一侧垂直于纸面插两枚大头针*a*、*b*，在另一侧透过玻璃砖观察，插入大头针*c*，使其遮住大头针*a*、*b*；插入大头针*d*，使其同时遮住大头针\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。根据图中数据，可知玻璃的折射率为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

*θ*1

*θ*2

*b*

*a*

*c*

*d*

## 二 量子百年

2025年被联合国宣布为国际量子科学与技术年，以致敬量子力学为科学技术领域带来的巨大发展和深远影响。

1．太阳内部发生的核聚变反应称为p–p循环，其核反应方程为4H→X + 2e，则X是\_\_\_\_\_\_。

A．H B．He C．n D．e

2．（多选）部分金属的截止频率如下表所示。复色光频率为5.50×1014 Hz ~ 6.50×1014 Hz，用此光照射下列金属可发生光电效应的是\_\_\_\_\_\_。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 几种金属的截止频率 | | | | | |
| 金属 | 锌 | 钙 | 钠 | 钾 | 铷 |
| 频率（×1014 Hz） | 8.07 | 7.73 | 5.53 | 5.44 | 5.15 |

A．锌 B．钙 C．钠 D．钾 E．铷

3．氢原子的核外电子以半径*r*绕核做匀速圆周运动，若电子质量为*m*，则该电子动量的大小是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（元电荷为*e*，静电力常量为*k*）

4．一氢原子在从量子数为4的激发态跃迁到量子数为2的激发态的过程中，\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（里德伯常量为*R*，真空中光速为*c*）

A．吸收一频率为*Rc*的光子 B．发射一频率为*Rc*的光子

C．吸收一频率为*Rc*的光子 D．发射一频率为*Rc*的光子

## 三 滑动变阻器

改变滑动变阻器接入电路的方式和阻值可对电路进行调控。小佳用最大阻值为10 Ω的滑动变阻器等器材做了一系列实验。

1．实验室利用如图所示电路进行实验。调节滑动变阻器，当电流表示数*I*1 = 1 A时，电压表示数*U*1 = 3 V；当电流表示数*I*2 = 2 A时，电压表示数为*U*2 = 1.5 V，则电源电动势为\_\_\_\_\_V，内阻为\_\_\_\_\_Ω。

*R*

S

*r*

*E*

P

V

A

2．小佳用柱形电阻*X*、电动势为3 V的电池、滑动变阻器*R*、电流表、电压表、开关连成电路进行实验，根据实验数据作出通过*X*的电流*I*随*X*两端电压*U*变化的*I*–*U*图线。实验过程中*X*的长度和横截面积保持不变。

1.0

2.0

3.0

0.1

0

0.2

0.3

*I*/A

*U*/V

（1）若*X*的阻值为*RX*，*X*的材料的电阻率为*ρ*，根据*I*–*U*图线可知，当加在*X*两端的电压增大时，\_\_\_\_\_\_\_。

A．*RX*增大，*ρ*增大

B．*RX*减小，*ρ*减小

C．*RX*增大，*ρ*不变

D．*RX*减小，*ρ*不变

（2）当电阻两端电压为1.80 V时，该电阻的功率约为\_\_\_\_\_\_W。

（3）根据*I*–*U*图线的测量数据点推测，小佳所采用的实验电路图可能为\_\_\_\_\_\_\_。

B

*r*

*E*

S

A

*X*

*R*

V

P

A

*r*

*E*

S

A

*X*

*R*

V

P

C

*r*

*E*

S

A

*X*

*R*

V

P

D

*r*

*E*

S

A

*X*

*R*

V

P

## 四 竖直圆轨道

如图，一光滑圆轨道竖直固定放置，*a*为轨道最低点，*b*、*d*是与轨道圆心*O*等高的点，*c*为轨道最高点，*e*为圆弧*ab*的中点。一小滑块以一定的水平初速度从*a*点出发，仅在重力和轨道对其弹力作用下沿圆轨道顺时针运动。

*a*

*c*

*b*

*d*

*e*

*O*

1．若物块从*a*点运动到*c*点所用时间为*t*0，则在*t*0/2时刻，物块位于\_\_\_\_\_\_\_。

A．*ae*之间 B．*e*点 C．*eb*之间 D．*b*点 E．*bc*之间

2．若质量为*m*的滑块从*a*点以水平速度*v*0出发，恰能运动到*b*点，且用时为*t*，则此过程中轨道对滑块弹力的冲量大小为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（重力加速度大小为*g*）

A．*mv*0 B．*mgt* C．*mv*0 + *mgt* D．*m*

3．已知物块质量*m* = 0.5 kg，以初速度*v*0可以完整运动一周。下图是物块的速度*v*与物块与圆心连线转过的夹角*θ*关系的图像。

0

*v*/(m·s−1)

60

120

180

*θ*/°

5.0

3.0

4.0

6.0

（1）（计算）求轨道半径*R*；

（2）（计算）当*θ* = 60°时，求小球克服重力做功的瞬时功率*P*。

## 五 特雷门琴

图示的特雷门琴是一种“不能碰的乐器”，它的两根天线与演奏者的双手构成两个电容器。弹奏者通过在空中移动双手来控制音调和音量。



水平天线

竖直天线

1．如图，人手与竖直天线可视为的等效电容器*C*，与自感线圈*L*构成*LC*振荡电路。

（1）当人手靠近天线时，等效电容器*C*的电容\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

A．变大 B．变小 C．不变

*L*

*C*

（2）（多选）当电容器*C*电荷量减小到0的瞬间，达到最大值的物理量有\_\_\_\_\_\_\_。

A．电场能 B．电流 C．磁场能 D．电压

2．特雷门琴的电磁振荡通过扬声器转换为声波。扬声器的音圈绕在永磁体N上，其结构的剖面图和正视图分别如图（a）和（b）所示。左图为截面图，磁铁外圈为S极，中心横柱为N极，横柱上套着线圈，线圈的正视图如右图所示。

*B*

N

S

永磁体

纸盆

音圈

音圈

（a）

（b）

*B*

*I*

*I*

N

S

S

（1）当音圈中电流*I*的方向如图（a）所示时，图（a）中音圈所受安培力的方向\_\_\_\_\_\_\_。

A．向左 B．向右 C．径向向内 D．径向向外

（2）若单匝线圈周长为2.0 cm，磁感应强度*B* = 0.5 T，线圈中电流*i*与时间*t*的关系为*i* = *i*0sin(2π*ft*)，其中*i*0 = 0.71 A，*f* = 100 Hz，则电流*i*的有效值为\_\_\_\_\_\_\_\_A；单匝线圈受到安培力的最大值为\_\_\_\_\_\_\_\_N。

（3）已知当温度为25℃时，声速*v* = 347.6 m/s。A4音的频率约为440 Hz，则当温度为25℃时，其波长为\_\_\_\_\_m。

*Rx*

S

*R*

*v*0

3．将平行板电容器按如图所示接入电路。已知电源电压为*U*，电容器电容为*C*，闭合开关，稳定时电容器所带的电荷量为\_\_\_\_\_\_。有一质量为*m*，电荷量为*q*的正电荷从电容器左侧中央以速度*v*0水平射入，两极板间距为*d*，若该正电荷恰好从上极板右侧射出，则两极板长度为\_\_\_\_\_\_\_\_。（不计电荷重力和边缘效应）

4．已知当演奏者的手靠近竖直天线时，音调变高；靠近水平天线时，音量变轻。若想要使声波由图线①所示变为图线②所示，演奏者应\_\_\_\_\_\_\_\_。

①

*O*

*y*

*x*

②

A．一手靠近竖直天线；另一手远离水平天线

B．一手远离竖直天线；另一手远离水平天线

C．一手靠近竖直天线；另一手靠近水平天线

D．一手远离竖直天线；另一手靠近水平天线

## 六 再生制动与气囊减震

汽车制动技术通过摩擦或电子系统确保安全减速。再生制动在电动车中回收动能转化为电能，提升能效的同时辅助减速，兼顾安全与节能。

1．如图，导体杆在竖直向下的匀强磁场中绕轴转动，下列点中感应电动势最大的一组是\_\_\_\_\_\_。

导体杆

*B*

D1

C1

A2

C2

*B*

A1

B2

D2

B1

A．A1和A2 B．B1和B2 C．C1和C2 D．D1和D2

2．一质量*m* = 1500 kg的电动汽车沿坡度*θ* = 4.8°的斜坡匀减速下坡。从*v*0 = 72 km/h减速至*vt* = 18 km/h用时*t* = 5 s。若这5 s内系统完全使用再生制动，且该车在行驶过程中受到的除制动力以外的其余阻力的大小*f* = 500 N，求这5 s内该车的位移大小*x*和再生制动提供的制动力大小*F*。（计算）

3．气囊减震技术中的气囊可简化为图示水平固定的气缸，质量为*M*、横截面积为*S*的光滑活塞将一定质量的理想气体封闭在气缸内。开始时气缸内气体压强为*p*0、体积为*V*0，活塞静止于平衡位置*O*。外界大气压强恒为*p*0。以*O*为原点、水平向右为正方向建立*x*轴。

*x*

*O*

（1）若缸内气体经历等温过程，求活塞在平衡位置*O*右侧、位移为*x*时内外气体对活塞的压力的合力大小*F*。（计算）

（2）若缸内气体经历等温过程，活塞由平衡位置*O*沿*x*轴正方向移动微小位移并由静止释放，证明活塞近似做简谐振动（论证）。与振子质量为*m*、弹簧劲度系数为*k*的弹簧振子频率公式*f*弹 = 类比，可知该活塞做简谐振动的频率*f*1 = \_\_\_\_\_\_\_。【提示：当 | *y* | ≪ 1时，≈ *y*】

（3）若气缸和活塞导热性均不佳，活塞移动微小位移并由静止释放，在短时间内活塞的运动仍可视为简谐运动，其频率为*f*2。

①与等温情况下活塞近似做简谐运动的频率*f*1相比，\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

A．*f*1 > *f*2 B．*f*1 = *f*2 C．*f*1 < *f*2

②对上述①中的选择作出解释。（简答）

# 参考答案

答案非官方版本，不保证正确

## 一 光学实验（12分？）

1．A 2．C 3．abc，sin*θ*1/sin*θ*2

## 二 量子百年（13分？）

1．B 2．CDE 3．*e* 4．D

## 三 滑动变阻器（15分？）

1．4.5，1.5 2．（1）B （2）0.225 （3）C

## 四 竖直圆轨道（13分？）

1．E 2．D 3．（1）0.59 m （2）23.3 W

## 五 特雷门琴（28分？）

1．（1）A （2）BC

2．（1）B （2）0.50，7.1×10−3 （3）0.79 m

3．*CU*，*v*0*d*

5．B

## 六 再生制动与气囊减震（19分？）

1．A

2．（1）*x* = 62.5 m；（2）*F* = 5230 N

3．（1）*F* = ；（2）*f* =

（3）C

根据热力学第一定律，若气缸绝热，则当气体体积增大时，气体对外做功，内能减小，气体温度降低，则压强*p*变得更小，则*F*回 = − (*p*0 − *p*)*S*变得更大，*k*也随之变大，由*f* = 可知*f*也变大，即*f*1 < *f*2。

# 解析

## 一 光学实验

1．干涉条纹是平行等距明暗相间的条纹，根据Δ*x* = *λ*，红光的波长大于紫光，可知红光的条纹间距大于紫光的条纹间距，故选项A正确；

2．根据偏振原理，偏振片B每转过半周透光强度从最小到最大、再到最小，可知光屏上两个光强最小的时间间隔为0.5*T*，故选C。

3．若从*c*侧观察，插入*c*时，应遮住*a*、*b*；插入*d*时，应遮住*c*以及*ab*的像；

该玻璃的折射率为*n* = 。

## 二 量子百年

1．设X的质量数为*A*，电荷数为*Z*。由核反应过程中质量数守恒可得：4 = *A* + 0；

由电荷数守恒可得：4 = *Z* + 2；

解得*A* = 4，*Z* = 2。对应 He。正确选项为B。

2．当入射光的频率大于金属的截止频率时，可发生光电效应。与表格数据对比可知可发生光电效应的钠、钾、铷，故选CDE。

3．电子绕氢原子核做匀速圆周运动，库仑力提供向心力，有

*k*= *m*

求得 *v* =

进一步求得电子动量大小*p* = *mv* = *e*

4．氢原子从高能级向低能级跃迁时会放出光子，光子的能量等于两个能级的能量差。而氢原子能级公式为*E*n = ，与量子数*n*的平方成反比，所以从量子数*n* = 4跃迁到量子数*n* = 2的能量差应有的形式。正确选项为D。

另附严格证明：由广义巴尔末公式 = *R*（*m* = 1，2，3，…；*n* = *m* + 1，*m* + 2，*m* + 3，…）、光子能量公式*E* = *hν* = *h*，可以推得：*ν* = *Rc*。从*n* = 4跃迁到*m* = 2过程中放出光子的频率为*Rc*。

## 三 滑动变阻器

1．根据闭合电路欧姆定律 *E* = *U* + *Ir*

代入数据可得 *E* = 3 + *r*；*E* = 1.5 + 2*r*

联立两式解得 *E* = 4.5 V；*r* = 1.5 Ω

2．（1）因为电阻*I*–*U*图线的斜率为电阻的倒数，随着电阻两端的电压增大，可知斜率在不断增大，故随着电阻两端的电压增大，*R*减小，再根据电阻定律*R* = *ρ*可得*ρ*也在减小，B选项正确。

（2）从图像上可以看出，当电阻两端电压为1.8 V时，可读出此时流过电阻的电流为0.125 V，根据公式*P* = *UI*，代入数据解得 *P* = 0.225 W。

（3）根据*I*–*U*图像，实验装置能测得*U* = 0时的数据，因此滑动变阻器应采用分压式接法，而且电流表应测量流过电阻的电流，可推测该实验电路符合条件的只有C选项。

## 四 竖直圆轨道

1．物块从a点运动到c点过程中一直做减速运动，因此物块沿圆弧从a点运动到b点、从b点运动到c点，这两个过程虽然路程相同，但前半段路程用时短，因此经过*t*0/2时间物块应运动在b点之上，即位于bc之间。正确选项为E。

2．根据动量定理的矢量表达式，有

***I***N

***I***G

Δ***p***

***I***合 = ***I***G + ***I***N = Δ***p***

式中 *I*G = *mgt*，方向竖直向下；Δ*p* = *mv*0，方向水平向右，由右图的矢量关系可知：

*I*N = = *m*

故选D。

3．（1）由图像可知，物块在最低点的速度*v*0 = 6 m/s，转过60°时的速度*v*1 = 5.5 m/s。由动能定理得

− *mg*·= *mv*12 − *mv*02

解得 *R* = = m ≈ 0.59 m

（2）物块克服重力做功的瞬时功率

*P* = *mgv*1sin60° = 0.5×9.8×5.5×W ≈ 23.3 W

## 五 特雷门琴

1．（1）平行板电容器的电容大小与极板间的距离成反比。当人手靠近天线时，相当于减小了电容器两极板间的距离，从而使电容变大。正确选项为A。

（2）在*LC*振荡电路中，当电荷量为零时，由 *U* = *Q*/*C*可知极板的电压为零，电场能也为零；但电流却达到了最大值，而磁场能随电流的增大而增大，故磁场能也达到最大。故选BC。

2．（1）观察左图，根据左手定则可知线圈所受安培力方向为向右，故选B。

（2）对于正弦式交变电流，电流的有效值与最大值的的关系为*I* = ，则此题中有效值为= A ≈ 0.50 A。

将单匝线圈看成由无数段小直导线，则线圈受到的的安培力的最大值为*F* = *Bi*0*L* = 0.5×0.71×0.02 N = 7.1×10−3 N。

（3）根据波速、频率和波长的关系，有*λ* = = m = 0.79 m。

3．（1）闭合开关，稳定时，电容器两端的电压为 *U*。根据电容的定义式可知电容器的电荷量为 *Q* = *CU*。

（2）根据牛顿第二定律得 *qE* = *q*= *ma*，得加速度*a* = 。

粒子恰好从上极板右侧射出，垂直于板的方向有= *at*2，解得*t* = *d*

水平方向上，可求得两极板的长度*L* = *v*0*t* = *v*0*d*

4．由图可知声波由图线①变成图线②频率变大，即音调变高；振幅变小，即音量变轻。而题中告知手靠近竖直天线时，音调变高；靠近水平天线时，音量变轻，可知人手靠近竖直天线、靠近水平天线。故选C。

## 六 再生制动与气囊减震

1．由图可知，磁场方向竖直向下，图中各点的线速度都沿切线方向，而此时A1和A2点速度方向与磁场方向垂直，产生的感应电动势最大。故选A。

2．解：*v*0 = 72 km/h = 20 m/s，*vt* = 18 km/h = 5 m/s

车沿斜坡匀减速运动 *x* = *t* = ×5 m = 62.5 m

车沿斜坡匀减速运动，设其加速度大小为*a*

*vt* − *v*0 = *at*

*mg*

*N*

*f*

*F*

据牛顿第二定律可知 *F* + *f* – *mg*sin*θ* = *ma*

联立解得：*F* = *m*− *f* + *mg*sin*θ*

= （1 500×− 500 + 1500×9.8×sin4.8°）N = 5 230 N

3．（1）设活塞偏离平衡位置的位移为*x*时，气缸内气体压强为*p*。等温情况下气缸内气体满足玻意耳定律

*p*0*V*0 = *p*(*V*0 + *xS*)

气缸内外压力差 *F* = (*p*0 − *p*)*S*

解得 *F* = *x*

（2）设*x*方向为正方向，则此时活塞所受合力作为回复力

*F*回 = − *F* = − *x* = − *p*0*S*

由题意：若 | *y* | ≪ 1， ≈ *y*；当*x*很微小时，*x* ≪ 1，所以≈ *x*；即

*F*回 ≈ − *p*0*S* *x* = − *kx*

即活塞的振动可视为简谐振动，其中比例系数*k* =

频率*f* = =

（3）根据热力学第一定律，若气缸绝热，则当气体体积增大时，气体对外做功，内能减小，气体温度降低，则压强*p*变得更小，则*F*回 = − (*p*0 − *p*)*S*变得更大，*k*也随之变大，由*f* = 可知*f*也变大，即*f*1 < *f*2。故选C。