

2024年度大学院入学試験問題および解答用紙(一般入試)

受験番号	
------	--

(神戸大学大学院工学研究科博士課程前期課程)

専門科目(二)	環境工学	(3枚中の1枚) 配点 25点	採点	
---------	------	-----------------	----	--

1. 幅10[m], 奥行き10[m], 高さ5[m]の直方体の室内に, 音響パワーレベルが90[dB]の音源Xがある。この室の平均吸音率は0.16である。拡散音場を仮定して, 吸音と遮音による音の減衰量を推定する。次の問い合わせに対する答えを解答欄に記入しなさい。必要に応じて, $\log_{10} 2 \approx 0.30$, $\log_{10} 3 \approx 0.48$, $\log_{10} 5 \approx 0.70$ の近似を用いて良い。(15点)

- (1) 拡散音場の特徴を2つ挙げなさい。
- (2) 音響パワーレベルを L_W [dB] とすると, Xの音響出力 (W [W]) は $W = 10^{\left(\frac{L_W}{10} - 12\right)}$ と表せる。Xから放射された音のエネルギーは瞬時に室全体に拡散すると仮定する。定常状態における室内の音のエネルギー密度を E_0 [J/m³], 音速を c [m/s] とした場合, E_0 を c のみを用いて表しなさい。導出過程も示すこと。答えは分数で表しても良い。
- (3) 定常状態における拡散音場の音圧レベル (L_0 [dB]) は, $L_0 = 120 + 10\log_{10}(cE_0)$ と表せる。(I) 室内の音圧レベルを求めなさい。(II) 平均吸音率を0.16から0.32にした場合の室内の音圧レベルの変化量を符号つきで求めなさい。符号は減衰する場合に負とする。 $c=340$ とする。
- (4) 室を2室に分割する壁Yを設置してXからの音を遮音することを考える。Yの設置後の寸法は2室共に幅10[m], 奥行き5[m], 高さ5[m]である。Yの設置後の平均吸音率は2室共に0.16である。Yの厚さは計算を簡易にするため無視する。Yの音響透過損失は20[dB]である。2室間の音のエネルギーの移動はYを介してのみ生じると仮定する。定常状態における音源室(Xがある室)と受音室(Xがない室)のそれぞれについて, Yの設置前後の室内的音圧レベルの変化量を符号つきで求めなさい。符号は減衰する場合に負とする。Yの設置前の音圧レベルは(3)の(I)で求めた値を用いること。

【解答欄】

(1)	特徴1	特徴2		
(2)	導出過程			
(3)	(答) $E_0 =$			
(I)	(II)	(4)	音源室	受音室

2. 以下の建築音響学に関する説明について, (1)から(10)の空欄に入る適切な語句あるいは数値を解答欄に記入しなさい。(10点)

- ・純音に対して知覚する音の大きさに対する音圧レベルと周波数の影響は, (1)曲線から読み取ることができる。
- ・(2)は音の空間印象の1つであり, 物理指標として初期側方エネルギー率が提案されている。
- ・反射音の遅れ時間と音圧レベルがある範囲に収まつていれば, 直接音の到来方向にのみ音像を知覚する。これを(3)の法則と呼ぶ。
- ・残響時間[s]は室内への音のエネルギーの供給を突然停止させた後に音圧レベルが(4)[dB]減衰するのにかかる時間である。
- ・Sabineの残響式を用いた場合, 室容積が150[m³], 表面積が200[m²], 平均吸音率が0.32の室の残響時間は(5)[s]である。定数Kは一般に用いられる値とする。
- ・幾何音響シミュレーションに用いられる2つの方法で比較すると, (6)の方が反射音の到来方向と遅れ時間を正しく推定できる。
- ・背後に空気層を持つ有孔板は(7)型吸音材に分類される。
- ・単層壁に音が入射する場合に, その入射角などで決まる特定の周波数で音響透過損失が低下することを(8)効果と呼ぶ。
- ・2重壁の共鳴透過周波数はそれぞれの壁の面密度あるいは(9)が大きいほど低くなる。
- ・床衝撃音の遮音等級(L値)は数値が大きい方が遮音性能が(10)ことを示す。

【解答欄】

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

2024年度大学院入学試験問題および解答用紙(一般入試)

受験番号	
------	--

(神戸大学大学院工学研究科博士課程前期課程)

専門科目 (二)	環境工学	(3枚中の 2枚) 配点 25点	採 点
----------	------	-------------------	--------

3. 下記の文章を読み、正しい場合はTを、正しくない場合はFを解答欄に記入せよ。(10点)

- (1) 光束発散度は、点光源から発せられる光束のうち、特定の方向に向かっているものの立体角密度である。
- (2) XYZ表色系において、xy色度図上の2点として表される2つの異なる色を混ぜた場合、混色によって得られる第3の色は、xy色度図上の元の2点を結んだ線分上の点として与えられる色となる。
- (3) グレア評価の指標となるUGR(Unified Glare Rating)の計算において、他の条件が同じ場合に背景輝度の値のみが大きくなるとUGRの値は小さくなる。
- (4) 杆体はSMLの3種類存在し、分光感度がそれぞれ異なるため、色を知覚する上で重要な役割を果たす。
- (5) ランドルト環は、識別可能な視角を基に視力を求める際に用いられる。
- (6) 太陽位置を求める際に用いられる太陽赤緯の角度の最大値は、緯度によらず一定である。
- (7) 光源としてのLEDと白熱電球を比較した場合、LEDのほうが定格寿命が長く、演色性も優れている。
- (8) 廊下等に三路スイッチを設置する場合、プッシュスイッチよりシーソースイッチのほうが適している。
- (9) JISの照明基準総則では、基準面の推奨照度に加え、均齊度・グレア・演色評価数という質的条件が定められている場合がある。
- (10) 建築基準法における採光規定は、居室における採光に有効な開口部面積の壁面全体の面積に対する割合を定めたものである。

【解答欄】

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

4. 表1は、配光の分類法であるBZ分類の10種のカテゴリーのうち、BZ1～5およびBZ8において定められている式を表したものである。

ここで、表1の式の値は、照射の中心となる方向からの角度($=\theta$)ごとの光度の値の相対値を表すもので、式により得られる値が光度の絶対値ではないことに留意せよ。また、図1のように、水平面の上の高さ $h(m)$ の位置 L に鉛直真下方向が $\theta = 0$ となるよう照明器具が設置されており、この水平面と照明器具以外は何も存在しないこととする。この時、光環境に関する下記の問い合わせよ。ただし、照明器具の大きさは考えない。物理量については単位はすべてSI単位系とし、解答には適切な単位を付記すること。数値については小数点以下2桁まで求めることとし、円周率は3.14、 $\sqrt{3}$ は1.73を用いることとする。解答は解答欄に記入せよ。(15点)

表1 BZ分類による配光

- (1) BZ1とBZ5にそれぞれ分類される照明器具が存在し、どちらも全光束が1000(lm)であるとする。この時、図1のようにそれぞれの光源を設置した場合、水平面内の直下の位置の水平面照度が大きくなるのはどちらの照明器具であるか。大きくなるほうの照明器具のBZ分類の記号で答えよ。
- (2) 表1に示した分類のうち、均等拡散面である微小な面光源による配光に近いものをBZ1～5およびBZ8の中から選び、BZ分類の記号で答えよ。
- (3) BZ8の照明器具を図1のLの位置に $h = 1(m)$ として設置した場合、水平面内の直下の位置における水平面照度は100(lx)であった。この場合のこの照明器具の全光束を求めよ。ただし、この照明器具は、図1のLの下側の向きにおいて同一光度であるとする。
- (4) BZ3の照明器具を図1のLの位置に $h = 1(m)$ として設置した場合、水平面内の直下の位置における水平面照度は100(lx)であった。この場合、 $\theta = 30^\circ$ となる向きの光度を求めよ。
- (5) (4)と同条件で同じ光源を設置した場合、 $\theta = 30^\circ$ となる向きに伸ばした直線と水平面の交点における水平面照度を求めよ。

BZ分類	式
BZ1	$\cos^4\theta$
BZ2	$\cos^3\theta$
BZ3	$\cos^2\theta$
BZ4	$\cos^{1.5}\theta$
BZ5	$\cos\theta$
BZ8	1

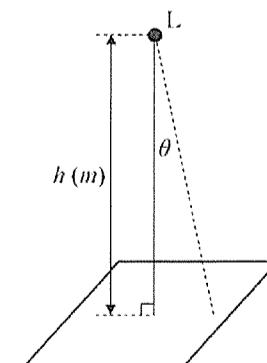


図1 照明器具の配置

【解答欄】

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
-----	-----	-----	-----	-----

2024年度大学院入学試験問題および解答用紙(一般入試)

受験番号	
------	--

(神戸大学大学院工学研究科博士課程前期課程)

専門科目(二)	環境工学	(3枚中の3枚)配点50点	採点
---------	------	---------------	----

5. 以下の外壁の熱伝導に関する説明の①～⑧に該当する数式、数値、語句を解答欄に示せ。(24点)

コンクリート単層の外壁の物性値として、熱伝導率 $\lambda[W/(m \cdot K)]$ 、比熱 c 、密度 $\rho[kg/m^3]$ がそれぞれ一定値として与えられる場合を考えると、この壁に対する1次元非定常熱伝導方程式は $cp\frac{\partial\theta}{\partial t} = \lambda\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2}$ となる (θ は温度[°C], t は時間[s], x は座標[m]である)。 (①) の熱伝導の法則により、熱流 $q[W/m^2]$ は $q = -\lambda\frac{\partial\theta}{\partial x}$ と表されるので、 q を用いて非定常熱伝導方程式の右辺を書き換えると、(②) となる。非定常状態において、壁内の位置による熱流の差が温度変化をもたらす。例えば、(②) の値が正の時、壁内の温度は(③) する。定常状態では、非定常熱伝導方程式の左辺の値が(④) となるので、非定常熱伝導方程式を解くことにより、 θ は x の(⑤) 次関数となることがわかる。なお、比熱 c の単位は(⑥) である。

熱伝導率 λ が一定として扱われる場合も多いが、結露や雨水の侵入によりこの壁の含水率が増加した場合、熱伝導率 λ は(⑦) すると考えられる。壁内部で結露が生じるか否かの判断は、「壁内の温度が(⑧) 温度より低い場合に結露が生じる」という考えに基づいて行われる。

【解答欄】

①		②		③		④	
⑤		⑥		⑦		⑧	

6. 教室やオフィスなどに一般的に用いられている換気装置に組み込まれた全熱交換機について、①熱交換の目的、②熱交換すべき時期、③「全熱」の意味を解答欄に示せ。(6点)

【解答欄】

①		②		③	
---	--	---	--	---	--

7. 以下の換気方法に関する説明の①～⑥に適切な用語を解答欄に示せ。(12点)

換気方法は、その駆動力によって(①)換気と(②)換気に大別される。(①)換気は(③)と(④)差を駆動力とした換気で、外部動力を必要としないが、換気量が不安定で換気力も小さい。第3種(②)換気方式は、(⑤)側にのみファンがあるシステムで、室内は(⑥)圧に維持されるため、トイレや厨房などの換気システムに採用されることが多い。

【解答欄】

①		②		③		④		⑤		⑥	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

8. 以下の給湯機に関する説明の①～④に適切な用語を解答欄に示せ。(8点)

(①)を冷媒に用いた住宅用(②)熱源ヒートポンプ給湯機は、(②)を熱源として(③)により駆動し、給水を80～90°Cに昇温して(④)に貯蔵し、需要に応じて出湯する効率的な給湯機である。

【解答欄】

①		②		③		④	
---	--	---	--	---	--	---	--