

音響・振動概論並びに音圧レベル及び振動加速度レベルの計量

注意事項

- 1 解答時間は、午前10時50分から12時までの1時間10分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は25問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ五肢択一方式である。
- 5 マークの記入は、答案用紙に記された記入例を参照すること。
- 6 解答の記入に当たっては、次の点に注意すること。
 - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
 - (2) 筆記具はHBの黒鉛筆又は黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内をぬりつぶすこと。
 - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
 - (4) 答案用紙は、汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 携帯電話の電源は切り、電卓は使用しないこと。

以上の注意事項及び係官からの指示事項が守られない場合には、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

問1 空気中の音に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 気圧が変化しても気温が変わらなければ、音速は変化しない。
- 2 気温が変化しても気圧と周波数が変わらなければ、音波の波長は変化しない。
- 3 平面進行波の音圧は、媒質の密度を ρ 、音速を c 、粒子速度を u とすると、 ρcu である。
- 4 拡散音場とみなせる室内において、音響エネルギー密度を E 、音速を c とすると、室内壁面の単位面積に単位時間に入射する音響エネルギーは $\frac{cE}{4}$ である。
- 5 平面進行波の音響エネルギー密度は、音の強さを I 、音速を c とすると $\frac{I}{c}$ である。

問2 ある受音点に、二つの音源から周波数の異なる正弦音波が到来している。各音波の周波数(Hz)の値が整数である場合、この点で観測される合成音圧波形に関する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

- 1 基本周波数は、各々の音波の周波数の最大公約数である。
- 2 周期は基本周波数の逆数である。
- 3 音圧の実効値の二乗は、各々の音波の音圧の実効値の二乗の和に等しい。
- 4 瞬時音圧の最大値は、各々の音波の瞬時音圧の最大値の和に等しい。
- 5 波高率は、瞬時音圧の最大値を音圧の実効値で除したものである。

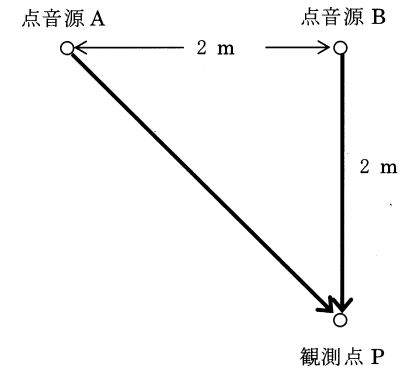
問3 聴覚に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 音の大きさの単位は **sone** であり、周波数 1000 Hz、音圧レベル 40 dB の純音は 1 **sone** である。
- 2 音の大きさのレベルは、音の大きさの等しい 1000 Hz の純音の音圧レベルの値で表され、単位は **phon** である。
- 3 等価騒音レベルは、受聴者の主観的評価や住民反応との対応が時間率騒音レベルより優れている。
- 4 マスキングとは、ある音が別の音によって妨害されて聴き取りにくくなる聴覚現象のことである。
- 5 人の可聴範囲は、周波数でほぼ 20 Hz ~ 20000 Hz、音圧レベルでおおよそ 0 dB ~ 120 dB であり、同じ音圧レベルであれば周波数が異なっても音の大きさの感覚は同じになる。

問4 平面進行波が伝播している音場において、ある受音点の粒子速度が 1 cm/s であった。この点における音の強さのレベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 94
- 2 97
- 3 100
- 4 103
- 5 106

問5 図のように反射面上に、点音源 A および B が 2 m 離れて置かれている。A は音響出力 1 W、中心周波数 1000 Hz のオクターブバンドノイズを、B は音響出力 1 W、中心周波数 500 Hz のオクターブバンドノイズを放射している。B より AB 軸に直交する方向へ 2 m 離れた反射面上の観測点 P における騒音レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。



- 1 97
- 2 100
- 3 103
- 4 106
- 5 109

問 6 騒音を周波数分析した結果、下表のようになった。(ア)～(ウ)に入る周波数重み付け特性 A、および騒音レベルの組合せとして正しいものを次の中から一つ選べ。

オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
オクターブバンド 音圧レベル (dB)	81	99	92	89	89	76	71	66
周波数重み付け 特性 A (dB)	-26	-16	(ア)	-3	0	+1	(イ)	-1
騒音レベル (dB)	(ウ)							

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	-9	+1	89
2	-11	+1	95
3	-9	+1	92
4	-8	+1	89
5	-11	0	92

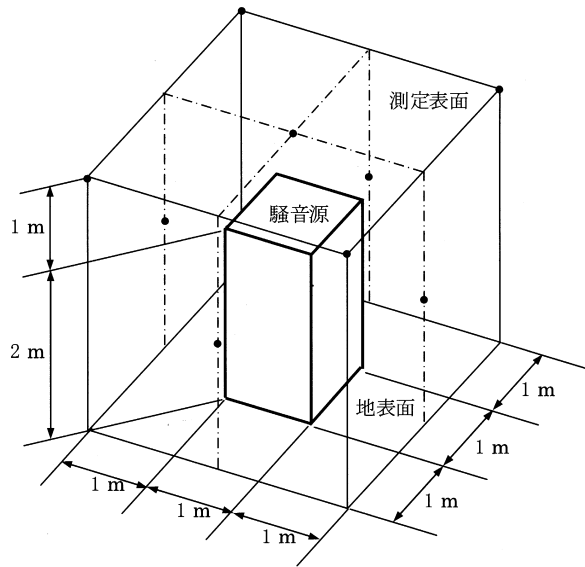
問 7 中心周波数 2000 Hz のオクターブバンドフィルタにおいて、通過帯域の下限周波数と上限周波数は各々何 Hz か。次の中から最も近い数値の組合せを一つ選べ。

	下限周波数	上限周波数
1	1000	3000
2	1330	2670
3	1410	2830
4	1500	3000
5	1780	2240

問 8 拡散音場とみなせる室内に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 壁面で反射する音波の平均自由行程は、室容積と室総表面積とに比例する。
- 2 残響時間とは、室内の平均音響エネルギー密度が音源停止時から音源停止時の $\frac{1}{10}$ になるのに要する時間である。
- 3 室容積が同じであれば、残響時間が長いほうが室内の平均音圧レベルは大きくなる。
- 4 室の吸音力の単位は平方メートルである。
- 5 音源の音響出力を W 、室内の総吸音力を A 、音速を c とすると、室内の平均音響エネルギー密度は $\frac{4W}{cA}$ である。

問9 図のように、幅と奥行が1 m、高さが2 mの直方体の騒音源が地表面上にある。JIS Z 8733にしたがって、この騒音源の表面から1 m離れて測定表面を設定し、その中央および頂点（図中・印）の9点において音圧レベルを測定した。音圧レベルはすべて70 dBであった。騒音源からの騒音は、測定表面に垂直に平面波として通過していると仮定すると、騒音源の音響パワーレベルは何 dB となるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。



- 1 78
- 2 80
- 3 82
- 4 85
- 5 87

問10 マイクロホンに関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 コンデンサマイクロホンの感度は、直流偏極（バイアス）電圧に比例する。
- 2 エレクトレットマイクロホンは、コンデンサマイクロホンと動作原理は同じであるが、直流偏極電圧を加える必要がない。
- 3 コンデンサマイクロホンの振動膜径を小さくすることによって、使用周波数の上限を高くすることができるが、感度は低くなる。
- 4 コンデンサマイクロホンの使用周波数の下限はその静電容量で決まり、接続するプリアンプの入力インピーダンスには依存しない。
- 5 圧電型マイクロホンは、コンデンサマイクロホンに比べて静電容量が大きいので、使用周波数の下限を容易に下げられる。

問11 JIS C 1509-1で規定するクラス2のサウンドレベルメータ（騒音計）において、指示値の偏差が規定されているものを次の中から一つ選べ。なお、特に記述が無い場合には、音波の入射方向は基準方向であり、環境条件は基準環境条件とする。

- 1 基準方向に対して45°の方向から入射する10 kHzの音波の音圧レベル
- 2 継続時間0.1 sの4 kHzトーンバースト波に対する音圧レベルの最大値
- 3 過負荷指示状態での1 kHzの音圧レベル
- 4 周囲の相対湿度95%での1 kHzの音圧レベル
- 5 周囲温度-20℃での1 kHzの音圧レベル

問12 騒音計の検定に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 騒音計の器差検査は、自由音場において500 Hzから200 Hz間隔で1500 Hzまでの6周波数の音波を用いて行う。
- 2 検定公差は、精密騒音計が0.7 dB、普通騒音計が1.5 dBである。
- 3 検査される周波数範囲は、精密騒音計が20 Hz～12500 Hz、普通騒音計が20 Hz～8000 Hzである。
- 4 等価騒音レベルは、検定の対象となっていない。
- 5 音圧レベルの基準となる騒音基準器として、基準静電型マイクロホン（標準コンデンサマイクロホン）が用いられている。

問13 周波数1 kHz、音圧0.2 Pa、継続時間1 sの正弦波を10 s周期で連続して繰り返す騒音がある。この騒音の評価量の値として誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 時間重み付け特性Fでの騒音レベルの最大値 L_{AFmax} は80 dBである。
- 2 時間重み付け特性Sでの騒音レベルの最大値 L_{ASmax} は80 dBである。
- 3 10 s間の等価騒音レベル L_{AeqT} は70 dBである。
- 4 継続時間1 s間の1回の単発騒音暴露レベル L_{AE} は80 dBである。
- 5 10 s間の5%時間率騒音レベル(90%レンジの上端値) L_{A5} は80 dBである。

問14 JIS Z 8731による環境騒音の表示・測定方法に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 騒音レベルは、A特性音圧の二乗を基準音圧の二乗で除した値の常用対数の20倍である。
- 2 評価騒音レベルは、環境基準値、規制基準値と比較して評価したものである。
- 3 環境騒音の測定には、測定器として直接または計算によって等価騒音レベルを算出できるものを用いる。
- 4 屋外における測定は、反射の影響を除くため反射物から3.5 m以上離れた位置で、測定点の高さは地上3.5 mとする。
- 5 暗騒音とは、ある場所における、ある時刻の総合的な騒音である。

問15 次の表は新幹線鉄道騒音と在来鉄道騒音の測定と評価方法を項目ごとに示したものである。これらの中から誤った記述が含まれている項目を一つ選べ。

項目	新幹線鉄道騒音	在来鉄道騒音
対象とする列車	原則として、当該路線を通過する全列車（上下とも）	上り及び下りを合わせて、原則として連続して通過する20本の列車
対象とする時間帯	午前6時～午後12時	昼間（7時～22時）および夜間（22時～翌日7時）
測定量	通過列車ごとの騒音のピークレベル（動特性は遅い動特性）	通過列車ごとの騒音の単発騒音暴露レベル
評価量	測定された値のうち、大きさが上位半数のものパワー平均	測定された値から算出された等価騒音レベル
周波数補正回路	A特性	A特性

- 1 対象とする列車
- 2 対象とする時間帯
- 3 測定量
- 4 評価量
- 5 周波数補正回路

問16 次式に示す二つの正弦振動 y_1 と y_2 が合成されたときの合成振動の振幅 A に関する記述の中から、正しいものを一つ選べ。

$$y_1 = A_1 \sin(2\pi f_1 t + \theta_1)$$

$$y_2 = A_2 \sin(2\pi f_2 t + \theta_2)$$

ここで、 A_1, A_2 は振幅、 t は時間、 θ_1, θ_2 は位相である。ただし、 $A_1 > A_2 > 0$ とする。また、周波数 f_1 と f_2 の差はこれら二つの周波数に比べて十分に小さいものとする。

- 1 振幅 A は、 $(A_1 + A_2)/2$ である。
- 2 振幅 A は、 $A_1 > A > A_2$ である。
- 3 振幅 A の最大値は、 $A_1 + A_2$ である。
- 4 振幅 A の最小値は、 $2A_1 - A_2$ である。
- 5 振幅 A は、周波数の和 $f_1 + f_2$ に比例して増減する。

問17 図は、振動数1 Hz、振幅1 mmの正弦振動の変位波形である。この振動の速度波形と加速度波形の組合せとして、正しいものを一つ選べ。ただし、(ア)～(エ)の図の縦軸の単位は、速度波形の場合はミリメートル毎秒 (mm/s)、加速度波形の場合はミリメートル毎秒毎秒 (mm/s²) とする。

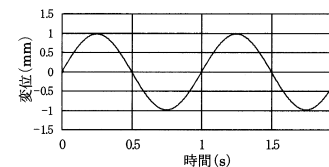
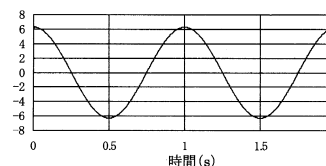
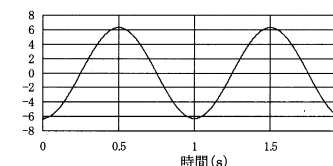


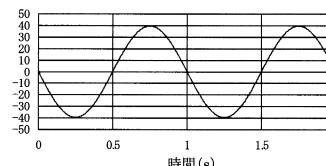
図 振動数1 Hz、振幅1 mmの正弦振動の変位波形



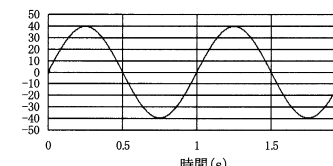
(ア)



(イ)



(ウ)



(エ)

速度波形 加速度波形

- | | | |
|---|-----|-----|
| 1 | (ア) | (イ) |
| 2 | (イ) | (ウ) |
| 3 | (ウ) | (エ) |
| 4 | (ア) | (ウ) |
| 5 | (イ) | (エ) |

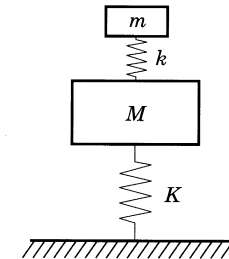
問18 コイルばねにおもりを吊り下げて1自由度の振動系を作ったところ、鉛直振動の固有振動数が10 Hzになった。このおもりを吊り下げたことによって、ばねは吊り下げる前に比べて何 mm 伸びているか。次の中から最も近い数値の一つ選べ。

- 1 1.0
- 2 1.5
- 3 2.0
- 4 2.5
- 5 3.0

問19 1自由度振動系の共振曲線において、共振振動数が10 Hzで、振幅倍率が最大値から3 dBだけ低下した二つの周波数の差($f_2 - f_1$)が2 Hzの場合に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 最大値から3 dB低下した振動数では、共振振動数に比べて、振動エネルギーが $1/\sqrt{2}$ である。
- 2 この振動系の共振の Q 係数は5である。
- 3 この振動系の減衰比 ζ は約0.1である。
- 4 Q 係数は、 ζ が十分小さいとき、ほぼ振幅倍率の最大値に相当する。
- 5 ζ は、減衰係数の臨界減衰係数に対する比である。

問20 質量 $M=400$ kgの機械がばね定数 $K=500$ kN/mのばねで弾性支持してあるが、機械を稼働させると共振状態になる。対策として、図に示すように質量 $m=100$ kgをばね定数 k のばねを介して、機械の上に取り付ける動的吸振の方法を採用することとした。ばね定数 k は、何kN/mとすればよいか。次の中から最も近い数値の一つ選べ。



- 1 100
- 2 125
- 3 150
- 4 175
- 5 200

問21 振動レベル計(JIS C 1510)で規定する用語の定義に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 振動ピックアップが最大の感度を持つ方向を受感軸という。
- 2 振動加速度の実効値を基準の振動加速度で除した値の常用対数の10倍を振動加速度レベルという。
- 3 鉛直方向の振動に対する全身の振動感覚特性に基づく周波数特性を鉛直特性という。
- 4 信号の瞬時値の最大値と実効値との比を波高率という。
- 5 受感軸に直角な任意の方向に対する感度を横感度という。

問22 鉛直方向の変位全振幅 200 μm 、振動数 6 Hz の正弦振動の振動レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

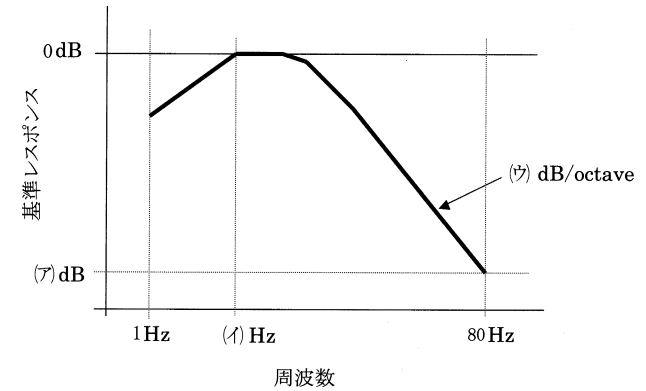
- 1 74
- 2 77
- 3 80
- 4 83
- 5 86

問23 新幹線鉄道振動の測定を上り側の測定地点で実施した結果、連続して通過する 20 本の振動レベルの測定値は表に示すとおりであった。この測定地点における新幹線鉄道振動の振動レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

測定回	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
上下別	上	下	上	下	上	下	上	上	下	下
振動レベル (dB)	70	73	68	67	75	66	74	76	68	67
測定回	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
上下別	上	上	下	下	上	下	上	下	上	下
振動レベル (dB)	72	73	68	69	71	69	68	73	73	68

- 1 69
- 2 70
- 3 71
- 4 72
- 5 73

問24 図は、計量法で規定する振動レベル計の基準レスポンスの概略図である。図の (ア) ~ (ウ) に入る数値の組合せとして、正しいものを一つ選べ。ただし、(ウ) は 16 Hz ~ 80 Hz の傾きを表す数値である。



	(ア)	(イ)	(ウ)
1	-12	2	-3
2	-18	3.15	-3
3	-18	3.15	-6
4	-20	4	-3
5	-20	4	-6

問25 計量法の振動レベル計の検定に関する次の記述について、(ア)～(ウ)に入る数値および語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

型式承認を受けた振動レベル計の器差検査における検定周波数のうち、最も低い周波数は Hz、最も高い周波数は Hz である。これらの周波数は、検定の標準となる振動基準器の基準器検査における最も低い周波数および最も高い周波数と 。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	1	31.5	異なる
2	1	80	同じである
3	2	63	異なる
4	4	31.5	異なる
5	4	80	同じである