

BORDEREAU DES PRIX - DETAIL ESTIMATIF
AO N°: 02/2021 ACHAT DE MATERIEL D'ENSEIGNEMENT POUR
L'ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES D' AL HOCEIMA.

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
1	Modèle cinétique volant d'inertie Permettre de réaliser des essais fondamentaux sur le mouvement de rotation à accélération uniforme. L'appareil d'essai doit être composé d'un volant d'inertie avec arbre, d'un câble et d'un jeu de poids. L'arbre forme l'axe de rotation au centre de gravité du volant d'inertie. <u>Besoin didactique :</u> Détermination expérimentale du moment d'inertie de masse Principe fondamental de la dynamique du mouvement de rotation <u>Caractéristiques techniques demandés :</u> Volant d'inertie : diamètre : 300mm ; épaisseur : 40mm ; masse : 22,2kg Arbre : diamètre : 22mm Poids pour l'entraînement : 1x 1N (suspente) ; 4x 1N ; 3x 5N		5	
2	Pendule à tige et pendule à fil Permettre d'étudier les oscillations pendulaires. On compare un pendule à fil (comme pendule mathématique) et un pendule à tige (comme pendule physique). L'appareil doit comprendre une tige en métal avec une masse supplémentaire mobile. Avec la possibilité d'ajuster le point de suspension au niveau du palier à couteau du pendule. La longueur du pendule à fil peut être facilement modifiée à l'aide d'un dispositif de blocage. L'appareil d'essai est conçu pour être fixé au mur <u>Besoin didactique :</u> Durée d'oscillation du pendule à fil et du pendule à tige Détermination du centre de gravité du corps sur le pendule à tige Longueur de pendule réduite et centre d'inertie du pendule à tige <u>Caractéristiques techniques demandés :</u> Pendule à fil : longueur jusqu'à 2000mm ; fil en nylon Poids du pendule : diamètre : 50mm ; masse : 0,52kg Pendule à tige : longueur : 1000mm ; diamètre : 8mm ; masse : 0,39kg Poids du pendule : diamètre : 50mm ; masse : 0,49kg Chronographe : 1/100s		5	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
3	Pendules à suspension bifilaire / trifilaire Permettre d'étudier les oscillations de pendules à suspension bifilaire ou trifilaire. Une poutre, un cylindre ou un anneau sert de corps de pendule. La longueur des fils peut être modifiée à l'aide de dispositifs de blocage. Les moments d'inertie des corps de pendules peuvent être calculés à partir de la durée mesurée des oscillations. La modification de la longueur des fils permet de varier la durée des oscillations. L'appareil d'essai est conçu pour être fixé au mur <u>Besoin didactique :</u> Influence de la longueur des fils sur la durée des oscillations Détermination du moment d'inertie de masse <u>Caractéristiques techniques demandés :</u> Corps de pendule : poutre Lxlxh : 40x40x160mm ; masse : 2kg Cylindre : diamètre : 160mm ; hauteur : 19mm ; masse : 3kg Anneau : diamètre extérieur : 160mm ; diamètre intérieur : 100mm ; hauteur : 41mm ; masse : 4kg Longueur des fils : jusqu'à 2000mm Chronographe : 1/100s		3	
4	Vibrations d'un ressort spiral L'appareil doit être constitué d'un ressort spiral relié à un levier rotatif. Des masses peuvent être placées à différentes distances sur le levier. On obtient alors un système masse-ressort sur lequel on peut étudier l'influence de la rigidité de ressort, de la masse et de la distribution de la masse sur la fréquence de vibration. L'angle de déviation peut être lu sur une échelle d'angle. L'appareil d'essai est conçu pour être fixé au mur. <u>Besoin didactique :</u> Détermination de la rigidité d'un ressort spiral Détermination de la fréquence propre d'un système masse-ressort Étude de l'influence de la masse et de la distribution de la masse <u>Caractéristiques techniques demandés :</u> Ressort spiral : coupe transversale : 10x1mm ; longueur du ressort : env. 800mm ; rayon interne : 10mm ; rayon externe : 50mm ; distance entre les spires : 8,5mm ; Masse mobile : 2x 0,5kg Distance séparant la masse de l'axe de rotation : 36...150mm Angle de déviation : max. 360° ; graduation 1° Chronographe : 1/100s		3	
5	Principes de base du frottement mécanique L'appareil doit permettre d'effectuer des essais de base sur le frottement d'adhérence et le frottement de glissement. Deux corps solides sont déplacés l'un par rapport à l'autre de manière uniforme. On mesure les forces de frottement qui apparaissent. Le corps de frottement observé est relié à un dynamomètre à cadran. <u>Besoin didactique :</u> Différence entre le frottement d'adhérence et le frottement de glissement Forces de frottement en fonction : de la force normale, la combinaison de matériaux, la taille de la surface de contact de la vitesse de glissement (vitesse relative des partenaires de frottement) de l'état de surface des partenaires de frottement Détermination des coefficients de frottement <u>Caractéristiques techniques demandés :</u> Plaques de frottement : Al / feutre, PVC		1	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
	Corps de frottement : lisse / rugueux (Al), laiton / feutre Entraînement avec moteur synchrone : vitesses d'entraînement : 23,5cm/min; 47cm/min Poids : 8x 0,5N Plages de mesure : force : 0...2N, graduation : 0,1N 230V, 50Hz, 1 phase			
6	Frottement sur un plan incliné L'appareil doit être constitué d'une surface de glissement (le plan incliné) dont l'angle d'inclinaison est réglable et deux corps de frottement. On fait glisser un corps de frottement sur différentes sortes d'adhérence. <u>Besoin didactique :</u> Détermination des coefficients de frottement de différentes combinaisons de matériaux Transition adhérence – glissement Équilibre statique des forces au niveau du plan incliné Détermination de l'angle d'inclinaison à partir duquel le glissement se produit (calcul et vérification au cours de l'essai) <u>Caractéristiques techniques demandés :</u> Corps de frottement : Lxlxh: chacun 80x60x44mm ; force de poids propre: chacune 10N ; 1x acier / polypropylène ; 1x aluminium / laiton Plan incliné : longueur : 1000mm ; plage angulaire réglable : ±45° Poids : 1x 1N (suspente), 4x 0,1N, 1x 0,5N, 4x 1N, 1x 5N		1	
7	Entraînement par courroie et frottement de courroie L'appareil d'essai doit permettre l'étude expérimentale des entraînements par courroie et du frottement de courroie. L'élément central de l'appareil est une poulie en fonte dont la périphérie présente des gorges pour courroies trapézoïdales et courroies plates. <u>Besoin didactique :</u> Influence de l'angle d'enroulement, coefficient de frottement et force de câble (formule d'Eytelwein de frottement d'un câble) Comparaison courroie plate – courroie trapézoïdale Conséquences d'une gorge pour courroies trapézoïdales inadaptée <u>Caractéristiques techniques demandés :</u> Courroies plates : 1x cuir/polyamide, 15x2,2mm , Extremultus LT10 ; 1x polyamide, 15x0,6mm, Extremultus TT2 Courroie trapézoïdale : ISO 4184 ; profil : SPZ ; 9,7x8,0mm, caoutchouc/tissu Câble : chanvre, Ø=3mm Poulie de courroies : Ø=300mm ; matériau : fonte grise Dynamomètre : 100N ±1N		1	
8	CALORIMÈTRE À VASE DEWAR Comprend un récipient en aluminium de 500 ml, concentrique à un vase en Dewar à gros col. Le vase interne en métal est soutenu par un anneau en plastique et repose sur le grand col du vase Dewar. L'ensemble est protégé par un boîtier en métal, équipé de deux crochets de verrouillage. Couvercle interne en plastique blanc comprenant une ouverture de section carrée pour la tige d'agitation bloquée en rotation en raison de la section carrée de la tige. Fermeture centrale avec capuchon de protection Ø 40 mm, pour isoler les corps étrangers après avoir été introduite dans le calorimètre et un thermomètre à ouverture de Ø 8 mm. Couvercle avec rondelle en caoutchouc maintenu par deux colliers de serrage en métal diamétralement opposés (Ø extérieur de 170 mm, hauteur de 215 mm).		4	
9	Thermomètre gradué tige -10-110 °C		10	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
10	Alimentation numérique 1 voie 30 V / 5 A, puissance 150 W Nombre de voie : 1 Gamme : 0 à 30 V / 0 à 5 V Afficheurs séparés U / I Faibles bruit et ondulation Fonction de préréglage du courant Changement et mode automatique entre tension et courant constant Protection par fusibles Boîtier métallique Potentiomètres de réglage fin U / I Résolution en tension 100 mV Résolution en courant 10 mA Précision de base $\pm (0,5\% + 2d)$		1	
11	Pince pour tube à essai en bois Longueur : 250 mm		10	
12	Balances électroniques équipé d'un plateau supérieur en acier inoxydable. Gamme de pesée : 420 g Précision affichage : 0,001 g Plateau de pesée/taille de la plate-forme : $\varnothing$ 80 mm		2	
13	Chronomètre numérique Capacité de chronométrage de 9 heures, 59 minutes, 59 secondes et 99 centièmes Soixante mémoires rappellent tous les groupes, affichent le nombre de mesures 1-60, et montrent les durées les plus longues, les plus courtes et la moyenne du temps d'intervalle fractionné Couleur: noir/bleu Précision : $\pm 0,001\%$ LxPxH : 54x19x66,7 mm		5	
14	Multimètre numérique de table TRMS AC+DC, 40 000 points Affichage LCD 40 000 points (4 000 points secondaire) Convertisseur TRMS AC+DC Mesure de tension jusqu'à 1 000 V (bande passante : 100 kHz) Mesure de courant jusqu'à 10 A Mesure de résistance jusqu'à 40 Mohms Mesure de capacité jusqu'à 40 mF Mesure de fréquence jusqu'à 400 MHz Mesure de température de -40°C à +1 000°C Boucle de courant 4 - 20 mA Protection des entrées courant par fusibles Tests de continuité et de diodes Fonction maintien de la mesure Mémoire 1000 points et fonction enregistreur de données		5	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
	Changement de gamme automatique ou manuel Interfaces USB et RS232 en standard Alimentation sur secteur ou sur piles			
15	Plaque chauffante Circuit de sécurité fixe permettant de couper le chauffage si la température dépasse 550 °C Zone de chauffe : 100×100 mm Température: 50...500 °C Puissance de chauffe : 250 W L×P (plaque) : 120×120 mm Affichage numérique pour un réglage précis et reproductible de la température		4	
16	Oscilloscope numérique 2 voies 100 MHz avec option décodage de bus offerte Large affichage TFT couleur 203 mm Technologie SPO Nombre de voies : 2 Bande passante : 100 MHz Fréquence d'échantillonnage : 500 Méch/s par voie Profondeur mémoire : 7 MPts par voie Couleurs d'affichage 256 niveaux + couleurs de température Déclenchements évolués Modes curseurs et fonction historique 36 mesures automatiques Fonctions mathématiques et FFT Interfaces USB / LAN		4	
17	Générateur de fonctions arbitraires 2 voies 5 MHz Affichage LCD TFT couleur 3,5" Technologie à synthèse numérique directe 5 formes d'ondes standards : sinus, carré, impulsion, triangle, bruit blanc, arbitraire 48 formes d'ondes arbitraires intégrées Nombre de voies : 2 Bande passante : 5 MHz Types de modulations : AM / DSB-AM / FM / PM / FSK / ASK / PWM / Burst Fréquencemètre intégré Echantillonnage : 125 Méch/s Profondeur mémoire : 16 kpts Résolution verticale : 14 bits Rampe / Triangle Linéarité Symétrie : < 0,1% de la valeur crête de sortie (typique, 1 kHz, 1 Vcc, symétrie 100%) 0 à 100% Fonction de duplication et de couplage des voies Sortie de synchronisation Entrée déclenchement externe Interface USB en standard		6	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
18	Alimentation numérique 1 voie 30 V / 5 A, puissance 150 W Nombre de voie : 1 Gamme : 0 à 30 V / 0 à 5 V Afficheurs séparés U / I Faibles bruit et ondulation Fonction de préréglage du courant Changement et mode automatique entre tension et courant constant Protection par fusibles Boîtier métallique Potentiomètres de réglage fin U / I Résolution en tension 100 mV Résolution en courant 10 mA Précision de base $\pm (0,5\% + 2d)$		5	
19	Multimètre numérique de table TRMS AC+DC, 40 000 points Affichage LCD 40 000 points (4 000 points secondaire) Convertisseur TRMS AC+DC Mesure de tension jusqu'à 1 000 V (bande passante : 100 kHz) Mesure de courant jusqu'à 10 A Mesure de résistance jusqu'à 40 Mohms Mesure de capacité jusqu'à 40 mF Mesure de fréquence jusqu'à 400 MHz Mesure de température de -40°C à +1 000°C Boucle de courant 4 - 20 mA Protection des entrées courant par fusibles Tests de continuité et de diodes Fonction maintien de la mesure Mémoire 1000 points et fonction enregistreur de données Changement de gamme automatique ou manuel Interfaces USB et RS232 en standard Alimentation sur secteur ou sur piles		5	
20	INDUCTANCE VARIABLE 1,1 H Résistance de la bobine en courant continu : 11 Ω Nombre de spires : 3 000 Lecture : 0,11 à 1,1 H Coefficient de surtension : 22 Tension d'utilisation de sécurité : 42 V maxi. Courant permanent : 2 A maxi. Raccordement sur douilles double puits $\varnothing$ 4 mm		5	
21	Composants électroniques : Pack de 275 condensateurs céramiques 50 V au pas de 5 mm comprenant 55 valeurs de 1 pF à 100 nF.		3	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
	Pack de 250 condensateurs céramiques 50 V (modèle économique) au pas de 5 mm comprenant 10 pièces de chaque valeur. Convient pour le bricoleur. Pack de 120 condensateurs chimiques de 1µF à 1000µF. Pochette de 500 résistances 1/2W 1% 0,5 W à couche métal de 1 Ω à 10 MΩ. Pochette de 610 résistances 1/4 W constitué de 10 résistances par valeur de la série E12.Nombre de valeurs: 61 (10 ohms à 1 Mohms) Pack de potentiomètres ajustables horizontaux comprenant 5 pièces par valeur de 470 Ω à 1 MΩ soit un total de 35 potentiomètres ajustables. Pochette de 64 résistances 5W contenant 1 résistance par valeur (de 0.1 ohm à 22 K). Pochette de 60 m de fil de câblage souple de 0,20 mm²			
22	Banc didactique Conductivité thermique et électrique des métaux Sonde de température à immersion pt100, -20...+300°C Sonde de température de surface, pt100, -20...+300°C Transformateur à gradins DC: 2/4/6/8/10/12 V, 5 A / AC: 2/4/6/8/10/12/14 V, 5 A Thermomètre digital 4-2 Amplificateur de mesure universel Agitateur magnétique non-chauffant, 3 litres , 230 V Pince universelle Becher boro3.3 400ml forme basse Barreau magnétique 30 mm, cylindrique Balance portable, ohaus cl2000j Trépied Tige en scier inox 18/8, l = 750 mm, d = 12 mm Tige de support acier inoxydable , 1000mm Cale en bois, 105x105x57 mm Chronomètre numérique, 1 / 100 s Pate thermo-conductrice, 50 g Pot pour calorimètre, 500 ml Sachet de gaze Récipient de calorimètre avec raccord pour transfert de chaleur Tube de transfert de chaleur, Cu Tube de transfert de chaleur, Al Thermoplongeur 300w,220-250V DC/ CA Rhéostat à curseur, 10 Ohms, 5,7 A Multimètre numérique 2005 Fil de connexion, 32 A, 500 mm, rouge Fil de connexion, 32 A, 500 mm, bleu Fil de connexion, 32 A, 1000 mm, rouge Noix double Pince de table expert		1	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
23	Banc didactique Pompe à chaleur électrique Appareil de mesure de puissance et d'énergie Becher Duran forme haute 2000ml Pince universelle avec articulation Thermomètre de laboratoire, -10...+110°C Thermomètre plongeant, -10 / +110°C Baguette boro 3,3 , d=7mm, l=300mm Trépied Tige en acier inox 18/8, l = 250 mm, d = 10 mm Chronomètre numérique, 1 / 100 s Pate thermo-conductrice, 50 g Soufflerie chaud froid 1800 W Pompe à chaleur, type à compression Noix double expert Becher boro 3.3 2000ml forme haute		1	
24	Banc didactique Capacité calorifique des gaz avec Cobra4 Cobra4 Wireless/USB-Link, avec câble USB Cobra4 capteur énergie,courant, tension, travail, puissance Robinet à 1 voie, droit Robinet à 3 voies, en T Bouchon caoutchouc , d 32 / 26mm, 3 trous Bouchon caoutchouc , d=59.5 / 50.5 Mm, 1 trou Tube caoutchouc, d.i. 6mm Tuyau en silicone, diam. int. 3 mm Electrode nickel, d 3mm, avec douille Adaptateur pour tuyaux, diamètre 3-5 / 6-10 mm Ciseau l=140mm pointu droit Station météorologique numérique affichage LCD Trépied Seringue 10ml, luer, jeu de 10 Flacon de Mariotte, 10 l Manomètre de précision Interrupteur Fil en nickel-chrome, d = 0,1 mm, l = 100 m Fil de connexion, 32 A, 250 mm, bleu Fil de connexion, 32 A, 500 mm, rouge Fil de connexion, 32 A, 500 mm, bleu Logiciel measureLAB, licence d'établissement Alimentation 0...12 V CC / 6 V, 12 V CA		2	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
25	Banc didactique Effet Joule-Thomson Sonde de température à immersion pt100, -20...+300°C Thermomètre digital 4-2 Détendeur pour CO2 / He Détendeur pour azote Clef pour bouteilles acier Collier de serrage pour tuyau de diamètre 12-20 mm Bouteille en acier, CO2, 10l, pleine Bouteille en acier, N2, 10l, pleine Chariot pour 2 bouteilles de gaz Appareil de Joule-Thomson		1	
26	Banc didactique Moteur Stirling avec Oscilloscope Thermocouple NiCr-Ni, gaine micro Alcool à brûler, 1000 ml Eprouvette graduée en plastique, 50 / 1 ml Seringue 20ml, luer, jeu de 10 Unité détecteur pvn pour moteur Stirling Mètre pour moteur Stirling, pVnT Moteur Stirling, transparent Unité moteur/générateur Torsiomètre Cheminée pour moteur Stirling Rhéostat à curseur, 330 Ohms, 1,0 A Multimètre numérique 2005 Fil de connexion, 32 A, 500 mm, rouge Fil de connexion, 32 A, 500 mm, bleu Oscilloscope Numérique, 20 MHz, 2 channels, 100 MS/s		1	
27	Banc didactique Loi de Stefan-Boltzmann avec amplificateur Banc optique expert l = 60 cm Pied pour banc optique expert, réglable Curseur pour banc optique expert, h = 30 mm Thermopile selon Moll Tube de protection pour 08479.00 Amplificateur de mesure universel Boîte de Connexion Résistance 100 ohm 2%, 1w, G1 Lampe à incandescence 6V / 5A, E14 Douille, E14, sur tige Multimètre numérique 2005		1	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
	Fil de connexion, 32 A, 500 mm, rouge Fil de connexion, 32 A, 500 mm, bleu Transformateur variable avec redresseur DC: 12 V, 5 A / AC:15V, 5 A			
28	Banc didactique Collecteur de rayons solaires Mètre-ruban, l = 2 m Becher Duran forme haute 2000ml Becher, 5000ml, forme basse Pince universelle Thermomètre de laboratoire, -10...+110°C Thermomètre plongeant,-10 / +110°C Tuyau de gaz de securité, dvgw, au mètre Trépied Base de statif DEMO en A Tige en acier inox 18/8, l = 250 mm, d = 10 mm Chronomètre numérique, 1 / 100 s Chauffe-eau 1000w, 220a 250v DC / ca Soufflerie chaud froid 1800 W Support pour aimant en U Panneau solaire Pompe de circulation avec débitmètre Echangeur de chaleur Support pour panneau solaire Fil de connexion, 32 A, 750 mm, rouge Fil de connexion, 32 A, 750 mm, bleu Alimentation 0...12 V CC / 6 V, 12 V CA Noix double expert Lampe halogène 1000W Becher boro3.3 5000ml forme basse		1	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
29	BANC HYDRAULIQUE AVEC MESURE DE DEBIT NUMERIQUE		1	
	Ce banc devra permettre d'alimenter en eau des modules d'essais hydrauliques complémentaires afin de pouvoir travailler en circuit fermé. Le débit d'eau sera réglable et mesuré au moyen d'un débitmètre électronique avec affichage numérique. Spécifications techniques requises : - Débitmètre électronique : Résolution : 0.001 L.s-1 et 0.1 L.min-1 - Débit maximum : 50 litres/min - Affichage numérique en litres/min et litres/seconde - Pression maximum : 450 mbar au niveau de la hauteur du plan de travail - Cuve en matériaux composites avec renfort en fibres de verre - Capacité du réservoir de stockage : 100 litres mini - 160 litres maxi - Bordure surélevée sur le plan de travail pour retenir les éclaboussures et débordements - Bac de retenu sur le plan de travail avec une vanne de vidange - Cuve montée sur roulettes dont 2 verrouillables - Vanne de réglage du débit - Une jauge de niveau permettra à l'utilisateur de vérifier le niveau d'eau à l'intérieur du réservoir. - Boîtier électrique avec interrupteur de la pompe, circuit de protection ainsi qu'un afficheur de débit numérique. - Accessoires à fournir : Additif pour eau avec notice ainsi que tous les tuyaux et colliers nécessaires - Dimensions et Poids : 1250 mm de long x 780 mm de large x 950 mm de haut - 50 Kg - Manuel d'utilisation en Français			
30	BANC D'ETUDES DE MESURES DE PRESSION		1	
	Le banc permettra d'effectuer des études pratiques sur les méthodes de mesure de pression Il devra permettre une comparaison immédiate des méthodes de mesure La pression et le vide devront être précisément et convenablement contrôlés par l'ajustement précis d'un assemblage à base de seringue L'appareil comprendra également un manomètre Bourdon séparé avec appareil d'étude d'étalonnage et mécanisme de tube Bourdon clairement visible Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : • Comparaison des mesures de pression par des manomètres à colonne de liquide, et de type Bourdon. • Etalonnage d'un manomètre de type Bourdon. • Evaluation des erreurs possibles de lecture du manomètre de type Bourdon en fonction de la pression réelle. Spécifications techniques requises : • 2 manomètres à tubes et 2 manomètres de Bourdon • Un manomètre de Bourdon pour étude de l'étalonnage Les manomètres à tubes et les manomètres de Bourdon seront placés sur un panneau vertical monté sur un châssis à poser sur table comprenant: • Un manomètre à tube en U vertical, • Un manomètre à tube en U avec un des tubes incliné, • Manomètre Bourdon pour la mesure du vide, • Manomètre Bourdon pour la mesure de pressions positives • Système de seringue pour augmenter et réduire la pression dans les manomètres. • Panneau avec châssis comprenant les manomètres : 670 x 800 x 510 mm • Dispositif d'étalonnage d'un manomètre : 320 x 160 x 250 mm Accessoires à fournir : Sélection de poids pour dispositif d'étalonnage d'un manomètre • Raccords en T, Pincettes tubes, Entonnoir, Tubes Nylon • Manuel d'utilisation et de travaux pratiques			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
31	APPAREIL D'ETUDE DES ECOULEMENTS A TRAVERS UN ORIFICE		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : • Détermination des coefficients de contraction et de vitesse • Calcul du coefficient de débit • Détermination du coefficient de débit réel et comparaison avec les valeurs calculées. • Détermination des différents coefficients pour différents débits afin de montrer l'influence du nombre de Reynolds. Spécifications techniques requises - Réservoir cylindrique en verre et avec orifice situé au fond de ce réservoir. - L'alimentation en eau du réservoir s'effectuera au travers d'un diffuseur. - Le jet vertical s'écoule dans le réservoir de mesure du débit du banc. - Un tube de Pitot, avec dispositif de traversée pourra être positionné n'importe où dans le jet. Une lame à bord mince, fixée sur le tube de Pitot permettra de mesurer la largeur du jet et de déterminer ainsi le coefficient de contraction. - La pression sous le jet avec le tube de Pitot et la pression totale au-dessus de l'orifice seront indiquées par des tubes manométriques placés à côté du réservoir. - Échelle manométrique 100 mm to 390 mm - Charge maximum : 365 mm - Débit maximum : 13 litres par minute - Orifice circulaire à paroi mince de diamètre 13 mm en Aluminium - Orifice circulaire longueur 13 mm, avec section de contraction de 60° et divergent de 60° - Orifice circulaire longueur 13 mm, avec buse d'aspiration de diamètre 29 mm et section divergente de 60° - Orifice circulaire longueur 60 mm, avec buse d'aspiration de diamètre 29 mm et section parallèle de 51 mm - Orifice circulaire longueur 60 mm, avec buse d'aspiration de diamètre 29 mm, section divergente de 30° et section parallèle de 25 mm de longueur - Orifice triangulaire 12.1 x 12.1 x 12.1 mm - Orifice carré: 9 x 9 mm - Dimensions : env 720 mm x 520 mm x 470 mm - Manuel d'utilisation et de travaux pratiques en français			
32	APPAREIL D'ETUDE D'UN VENTURI		1	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
	L'appareil devra permettre l'observation et la mesure de la variation de la pression statique à travers un Venturi horizontal. La valeur du coefficient de débit pourra être déterminée pour différentes valeurs du débit. Les pressions d'air seront mesurées au moyen d'un multi manomètre. Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : • Mesure du profil des pressions statiques • Comparaison des résultats avec le calcul • Mesure du coefficient de débit • Application du théorème de Bernoulli Spécifications techniques requises • 1 tube Venturi transparent de section circulaire de dimensions : entrée du convergent : 26 mm de diamètre, col : 16 mm de diamètre, sortie du convergent : 26 mm de diamètre • Tubes manométriques en plastique transparent • 1 tuyau pour le refoulement • 1 pompe à main • 1 vanne de réglage de la pression d'air (jusqu'à 250 mm d'eau) • 1 vanne de réglage du débit d'eau (débit max. : 27 l/mn) • Pieds réglables pour la mise à niveau. • Dimensions : env 720 x 650 x 300 mm - Poids net : env 9 kg • Manuel d'utilisation et de travaux pratiques en français			
33	APPAREIL D'ETUDE DES PERTES DE CHARGE DANS UNE CONDUITE		1	

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : - Etudes des régimes d'écoulements laminaire et turbulent - Démonstration et mesure du changement de lois sur la résistance (coefficient de frottement) régissant les écoulements laminaire et turbulent - Détermination du nombre critique de Reynolds - Vérification de l'équation de Poiseuille et détermination du coefficient de viscosité pour l'eau en régime laminaire. Spécifications techniques requises : - Le banc proposé devra être compatible avec le banc hydraulique volumétrique proposé dans l'article 29 - Le banc devra permettre l'étude des régions laminaire et turbulente. - Tube d'essai, fixé sur un socle avec une prise de pression statique doublée à chaque extrémité. - Tube raccordé au moyen de tubes souples à un manomètre à colonnes d'eau et à un manomètre numérique portable - Les longueurs de tube avant et après la section d'essai seront suffisantes pour éviter l'influence des perturbations amont et aval sur les résultats. - Une vanne à pointeau placée en aval du tube permettra un réglage précis du débit. - Un réservoir à niveau constant à fournir pourra être monté au-dessus du système d'alimentation hydraulique pour permettre d'alimenter le tube d'essai en régime laminaire - Pour le régime turbulent, l'appareil sera raccordé directement à la vanne d'un banc d'alimentation hydraulique. - Longueur de la conduite d'essai : 524 mm - Diamètre de la conduite d'essai : 3 mm - Hauteur du manomètre à eau : 530 mm - Manomètre numérique mobile : 0 à 20 m de colonne d'eau - Débit maximum 1,42 l/mn nominal - Charge fournie par la cuve à niveau constant 905 mm d'eau. - Cylindre de mesure gradué - Pompe à air manuelle montée sur l'appareil - Châssis en tôle pliée avec échelle graduée sur la face avant - 4 Pieds sous le châssis de l'appareil pour la mise à niveau - Dimension : env 1000 mm x 860 mm x 250 mm - Manuel d'utilisation et de travaux pratiques en français			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
34	ETUDE DU NOMBRE DE REYNOLDS ET DES REGIMES DE TRANSITION		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : • Démonstration de la transition entre un écoulement laminaire et turbulent. • Détermination du nombre critique de Reynolds et comparaison avec les valeurs théoriques. • Influence de la viscosité et démonstration du fait que le nombre de Reynolds à la transition est indépendant de la viscosité (avec le module optionnel de chauffage). Spécifications techniques requises : • 1 tube en verre (diamètre intérieur 11 mm, long 1015 mm) • 1 cuve à niveau constant • 1 diffuseur circulaire • 1 lit poreux (billes) • 1 vanne de réglage de débit • 1 réservoir de colorant équipé d'un robinet • 1 thermomètre • 1 chronomètre • 1 évacuation du trop-plein • 1 bâti support avec pieds réglables. • Dimensions Net et poids : env 700 mm x 400 mm x 1500 mm et 21 kg. • Manuel d'utilisation et de travaux pratiques en français			
35	Four électrique à moufle EFCO 135 KF(1200°C)		1	
	Chargement frontal Température maximum : 1100°C • Zone de chauffe : 4 côtés • Puissance et raccordement : 230V / 1200W, 6A • Taille du four : 250 x 260 x 300 mm • Taille de la chambre de cuisson : Hauteur 90 mm x Longueur 140 mm x Profondeur 155 mm soit un volume de 1,95 litres			
36	PORTIQUE D'ESSAIS UNIVERSEL		4	
	- Dimensions de l'espace d'expérimentation à l'intérieur du châssis : 700 mm x 450 mm - Matériau : Aluminium - Charge maximal : 5 KN - Ecrous de positionnement : 14 - Accessoires : clé d'Allen - Dimensions : net 880 x 850 x 610 mm Poids net : 12 kgs, - Manuel de montage en Français			
37	AFFICHEUR NUMERIQUE D' EFFORTS		4	
	Boîtier permettant la mesure simultanée de quatre forces au cours d'une expérience L'affichage des grandeurs mesurées doit se faire sur un afficheur digital et avec un sélecteur. Il doit pouvoir se monter sur le Portique d'Essais Universel. Il doit posséder d'une sortie pour la connexion à un système d'acquisition de données. sélection automatique des gammes : De 0.0 à 20.0 N - Résolution : 0.1 N De 0 à 500 N - Résolution : 1 N Afficheur à cristaux liquides Dimensions : env 150 x 140 x 80 mm - poids 1 Kg			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
38	MODULE D'ETUDE DU MOMENT FLECHISSANT D'UNE POUTRE		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : - Variation du moment fléchissant au point de chargement - Variation du moment fléchissant à un point éloigné du point de chargement - Etude de plusieurs autres cas de chargement, incluant des charges traversant la poutre Spécifications techniques requises : Le module expérimental devra être constitué d'une poutre sur appuis simples 'coupée' par une liaison pivot. Le module devra pouvoir se monter sur un portique d'essais universel à fournir Les chargements devront pouvoir être effectués à différentes positions de la poutre à l'aide de crochets supportant des poids. Bras de levier réalisant un pontage de la coupure de la poutre avec cellule de charge, réagissant au chargement (et mesurant) la force du moment fléchissant. Afficheur de Force Numérique à fournir Le banc doit permettre de réaliser une acquisition automatique des données mesurées grâce à un système d'acquisition optionnel. Dimension 660 x 235 x 90 mm, Charges: 5 crochets et un jeu de poids de 150 x 10 g Supports de crochet: 24 positions de chargement le long de la poutre, séparées par pas de 20 mm Mesure de la force: Cellule de charge Électronique Manuel professeur en Français fournissant des précisions sur l'équipement et des résultats expérimentaux types Manuel étudiant en Français décrivant la manière dont le matériel doit être utilisé et fournissant les procédures expérimentales.			
39	MODULE D'ETUDE DE L'EFFORT TRANCHANT DANS UNE POUTRE		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : - Variation de l'effort tranchant (force de cisaillement) avec l'augmentation d'une charge ponctuelle - Variation de l'effort tranchant pour différentes conditions de chargement - Etude de plusieurs autres cas de chargement et de leur effet sur la force de cisaillement incluant des charges traversant la poutre Spécifications techniques requises : Le module expérimental devra être constitué d'une poutre sur appuis simples 'coupée' par une liaison pivot. Le module devra pouvoir se monter sur le portique d'essais universel. Un mécanisme devra ponter la 'coupure', stoppant ainsi l'affaissement de la poutre et autorisant uniquement un déplacement dans la direction de cisaillement. Une cellule de charge Électronique devra mesurer la force et se connecter à un afficheur numérique de force à fournir Les chargements devront pouvoir être effectués à différentes positions de la poutre à l'aide de crochets supportant des poids. Le banc doit permettre de réaliser une acquisition automatique des données mesurées grâce à un système d'acquisition optionnel. Dimensions 660 x 250 x 90 Charges : 5 crochets et un jeu de poids de 150 x 10 g Supports de crochet: 23 positions de chargement le long de la poutre, séparées par pas de 20 mm Manuel professeur en Français fournissant des précisions sur l'équipement et des résultats expérimentaux types. Manuel étudiant en Français décrivant la manière dont le matériel doit être utilisé et fournissant les procédures expérimentales.			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
40	MODULE D'ETUDE DE LA FLEXION DE POUTRES ET DE CANTILEVERS		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : - Flexion de poutres sous différentes conditions de chargement et avec différents appuis. - Détermination du module de Young de différents matériaux - Etude de cantilever, de poutre encastree, de poutres sur support Spécifications techniques requises : Le module expérimental doit être composé d'un panneau à fixer sur un portique d'essais universel à fournir. Les poutres de test seront placées sur le panneau au moyen d'une bride rigide ou de supports à couteaux. Application de la charge en tout point de la poutre en utilisant des supports de poids de masse variable. Le panneau doit posséder une barre sur lequel un comparateur numérique pourra se déplacer pour mesurer la déformation de la poutre. Une échelle sur le panneau-support permettra de connaître la position du comparateur, des charges et des appuis. Le banc doit permettre de réaliser une acquisition automatique des données mesurées grâce à un système d'acquisition optionnel. - Trois poutres : * 1 en aluminium * 1 en acier * 1 en laiton - un comparateur numérique - dix couteaux avec supports de poids et 150 masses de 10g - Réglette long 600 mm - Vernier long 150 mm Manuel professeur en Français fournissant des précisions sur l'équipement et des résultats expérimentaux types obtenus à partir des poutres fournies. Manuel étudiant en Français décrivant la manière dont le matériel doit être utilisé et fournissant les procédures expérimentales			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
41	MODULE D'ETUDE DES CONTRAINTES DANS UNE POUTRE EN FLEXION		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : - Moment d'inertie - Conversion de déformations en contraintes - Utilisation de jauges de contrainte - Axe neutre d'une poutre - Mis en oeuvre de l'équation de flexion. Spécifications techniques requises : Le module devra être constitué d'une poutre en "T" devant se monter sur un portique d'essais universel à fournir. Il devra permettre d'étudier le comportement en flexion dans le domaine élastique de cette poutre. Système de chargement placé au centre de la poutre. Chargement réglable avec un écrou moleté et mesuré au moyen d'une cellule de charge. Mesure de la charge à l'aide d'un afficheur numérique optionnel à fournir. La poutre devra être équipée de jauges de déformations qui, associées à un pont d'extensométrie avec afficheur fourni, permettra de déterminer la répartition des contraintes dans la poutre. Les jauges qui ne sont pas en contrainte devront permettre de compenser les variations de température et d'équilibrer le pont d'extensométrie. Le banc doit permettre de réaliser une acquisition automatique des données mesurées grâce à un système d'acquisition optionnel. - Dimensions et poids : 880 x 210 x 100 mm – 6,5 kg - Une poutre en T en aluminium - Neuf jauges de contraintes et neuf jauges de compensation - Un pont d'extensométrie 16 voies. - Un vernier - 9 Câbles de raccordement entre les jauges et le pont d'extensométrie Manuel professeur en Français fournissant des précisions sur l'équipement et des résultats expérimentaux types obtenus. Manuel étudiant en Français décrivant la manière dont le matériel doit être utilisé et fournissant les procédures expérimentales.			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
42	MODULE D'ETUDE DE LA TORSION DE BARRES DE SECTION CIRCULAIRE		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes : - Relation entre la longueur de l'éprouvette, le couple de torsion et la rotation angulaire. - Comportement de d'éprouvettes de différents matériaux et de différentes sections. - Théorie générale de la torsion. - Modules de cisaillement. - Moment polaire d'inertie. Spécifications techniques requises : Le module devoir être monté sur un portique d'essais universel à fournir. Il devra permettre d'étudier le comportement dans le domaine élastique d'une éprouvette de type barre pleine ou tube creux de section circulaire. Deux mandrins installés sur un panneau devront maintenir l'éprouvette d'essai. Sur l'un des deux mandrins, on pourra appliquer manuellement un couple de torsion sur l'éprouvette. Un rapporteur placé sur ce mandrin devra mesurer le déplacement angulaire. Une cellule de charge placée sur l'autre mandrin devra mesurer le couple de torsion. La cellule de charge devra se connecter à un afficheur numérique de force optionnel à fournir pour la lecture du couple. La longueur de test sur l'éprouvette pourra varier par translation de l'un des mandrins. Un capteur électronique de déplacement angulaire sera fourni pour pouvoir être utilisé avec le un système d'acquisition de données optionnel. - Trois éprouvettes : * 1 de section circulaire, pleine en acier * 1 de section circulaire, pleine en laiton * 1 tube creux en laiton - Réglette - Vernier Manuel professeur en Français fournissant des précisions sur l'équipement et des résultats expérimentaux types obtenus à partir des poutres fournies. Manuel étudiant en Français décrivant la manière dont le matériel doit être utilisé et fournissant les procédures expérimentales.			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
43	MODULE D'ETUDE D'UNE STRUCTURE TRIANGULAIRE		1	
	Le banc devra permettre de réaliser les travaux pratiques suivants : - Étude de la notation de Bow, des déformations, contraintes et forces dans les différents treillis, incluant une poutre cantilever, un treillis de Warren et une fermette de toiture. - Comparaison des différentes structures. Spécifications techniques requises : - Le module devra pouvoir se monter sur un portique d'essais universel fourni - Le système doit comprendre deux supports de structure : un support pivot et un support pivot et roulant. - Une cellule de charge doit permettre d'appliquer différents chargements à la structure sous différents angles. Chargement : 0 à 500 N avec une cellule de charge équipée d'un capteur électronique - La cellule de charge devra se connecter à un afficheur numérique de force optionnel à fournir - Pour appliquer plusieurs chargements simultanément, une seconde cellule de charge sera proposée en complément. - Le banc doit permettre de réaliser une acquisition automatique des données mesurées par les comparateurs numériques grâce à un système d'acquisition optionnel. - Moyeux : 9 moyeux universels reliant les éléments pour des angles de 30, 45 ou 60 degrés. - 15 éléments en acier inoxydable de différentes longueurs, chacun équipé de jauge de déformation - Un pont d'extensométrie numérique 16 voies pour permettre de mesurer les déformations dans chaque élément et d'en déduire les efforts dans chaque élément. - un comparateur numérique pour mesurer la flexion de la structure - L'ensemble des éléments sera placé dans un plateau de rangement. Le banc doit permettre de réaliser une acquisition automatique des données mesurées grâce à un système d'acquisition optionnel. - Un manuel professeur en Français fournissant des précisions sur l'équipement, y compris des résultats expérimentaux types. - Un manuel d'utilisation étudiant en Français décrivant les procédures d'utilisation du matériel et les travaux pratiques.			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
44	MODULE D'ETUDE DE LA DEFORMATION DE PORTIQUES		1	
	Le banc devra permettre de réaliser les travaux pratiques suivants : Étude et comparaison de la charge, des réactions horizontales, des moments d'encastrement, déplacement latéral et des forces de cisaillement dans un: - Portique rectangulaire avec une section uniforme - Portique rectangulaire avec une section non- uniforme Tracer les diagrammes du moment fléchissant Spécifications techniques requises : - Le module devra pouvoir se monter sur le portique d'essais universel. - Deux portiques rectangulaires de dimensions identiques en alliage d'aluminium, dimension nominale 250 mm x 500 mm. Un des portiques possèdera un moment d'inertie de section transversale uniforme, alors que l'autre possèdera un montant avec un moment d'inertie de section transversale non uniforme. - Chaque montant du portique sera fixé à des supports fixés au châssis d'essais universel. - Chargement du sommet du portique à l'aide de masses sur un crochet : Cinq crochets de poids et 150 poids x 10 g - 2 cellules de charge sur les supports se connectant à un afficheur numérique de force permettant la mesure du moment à l'une des extrémités du portique et la réaction horizontale à l'autre. - Un comparateur numérique mesurera le déplacement latéral au sommet du portique. Le banc doit permettre de réaliser une acquisition automatique des données mesurées grâce à un système d'acquisition optionnel. Accessoires à fournir: . Câble de connexion à l'afficheur numérique de force . Vernier . Règle - Un manuel professeur en Français fournissant des précisions sur l'équipement, y compris des résultats expérimentaux types. - Un manuel d'utilisation étudiant en Français décrivant les procédures d'utilisation du matériel et les travaux pratiques.			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
45	BANC D'TUDE DE LA DEFORMATION D'UNE POUTRE EN FLEXION,EN TORSION OU EN TRACTION		1	
	Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes: - Vérification des hypothèses générales de la théorie des poutres - Caractérisation du torseur des actions de cohésion - Détermination des déformations d'une poutre sous sollicitation simple (traction, flexion, torsion) ou composée (traction et flexion, torsion et flexion) - Détermination des caractéristiques mécaniques de base du matériau - Détermination, dans le domaine élastique, les contraintes sur la peau de la poutre - Corrélation entre l'expérimentation et la théorie des poutres - Démonstration du principe de superposition - Exploitation d'un logiciel de calcul pour visualiser la distribution des contraintes et déformations à l'intérieur de la poutre Spécifications techniques requises: - Banc permettant de solliciter une poutre en flexion, torsion ou traction simple ou composée (flexion-traction, torsion-flexion) - Une poutre maillée en mousse polyuréthane de longueur 50 cm de section circulaire diam 100 mm - Une poutre maillée en mousse polyuréthane de longueur 50 cm de section carrée 90x90 mm - Dispositif pour mesurer la déformation - Dispositif pour mesurer l'angle de torsion - Un jeu 9 masses de chargement calibrées - Une webcam et de son support pour raccordement un à ordinateur - Dimension et poids (sans le jeu de poids) : 1200 x 400 x 400 mm, 50 kg - Un CDROM comprenant : - Un dossier technique au format Word - Un dossier pédagogique (6TP + corrigés) au format Word - Des modèles numériques destinés à la simulation (CATIA V5) - Imagerie : photographies et copies d'écran issues des simulations numériques.			
46	Photomètre de flamme digital Modèle JEN-PFP7		1	
47	Appareil de chromatographie ionique (Metrohm 881 Compact IC pro)		1	
48	Banc d'étude d'éolienne de type ERL 200 ou équivalent		1	
	Simulateur par tunnel avec ventilateur Compréhension du fonctionnement d'une éolienne Mise en œuvre du système et utilisation de la variation de vitesse du ventilateur de simulation du vent. Equipés de roulettes Alimentation électrique 400VAC triphasé + neutre.			

ART N°	Désignation	Prix Unitaire HT	QTE	Prix Total HT
49	Banc pour l'étude des Eoliennes		1	
	• Mesure de la vitesse de l'éolienne, de la vitesse du vent en relation avec la génération de puissance. • Mesure de la vitesse de l'air avant et après l'éolienne. • Calcul de la puissance théorique. Spécifications requises : - 6 pales en plastique : diamètre du rotor 910 mm - Le nombre de pales peut être modifié pour effectuer des études de performance. - Production d'énergie électrique à partir d'une vitesse de 2.5 m/s et puissance d'environ 45 W pour une vitesse du vent de 8 m/s. - Générateur triphasé - Convertisseur de tension CA vers CC - Système de contrôle électronique pour le contrôle de la tension en fonction de la vitesse du vent et de l'état de charge de la batterie. Tension de sortie 12 VCC. Capteur de mesure de la vitesse du vent avant et après l'éolienne - Panneau de contrôle et d'instrumentation incluant un voltmètre / ampèremètre, 2 indicateurs de vitesses, tachymètre, indicateur de charge de batterie et point de connexion pour la charge. - Capteur de vitesse d'air avant l'éolienne - Capteur de vitesse d'air après l'éolienne - Batterie séparée plomb -acide 110Ah sortie 12-13.8VCC - Mât de montage de 500 mm de haut. - MAT DE MONTAGE DE 2,3M - Fourni avec manuel d'utilisation et de travaux pratiques en Français			
	TOTAL HT			
	TVA 20%			
	TOTAL TTC			

Arrêter le Présent Bordereau des Prix à la Somme de :**Dirhams TTC.**