Date d'édition : 06.11.2026

Ref : C4.4.7.1

C4.4.7.1 Étude sur un stack de piles à combustible PEM

Les piles à combustible PEM contiennent une membrane conductrice de protons qui sépare les deux demi-piles. Elles ne requièrent aucun autre électrolyte et se passent donc presque entièrement de liquide.

En raison de la faible tension que fournit une seule pile à combustible, plusieurs piles sont regroupées en « stack ».
L'expérience C4.4.7.1 étudie le fonctionnement d'un tel assemblage de piles à combustible et compare entre eux différents câblages.

Équipement comprenant :
1 666 4812 Stack de piles à combustible PEM, CPS
1 666 4795 HydroStik PRO, CPS
1 666 4796 * HydroStik PRO
1 666 4794 Compte-bulles, CPS
1 666 4831 Charges électriques, CPS
1 666 4798 HydroFill PRO
1 524 013 Sensor-CASSY 2
1 524 220 CASSY Lab 2
1 524 020USB * CASSY-Display USB
1 500 411 Câble de connexion 19 A, 25 cm, rouge
1 500 412 Câble de connexion 19 A, 25 cm, bleu
1 500 421 Câble de connexion 19 A, 50 cm, rouge
1 500 422 Câble de connexion 19 A, 50 cm, bleu
1 666 425 Cadre profilé C 50, 2 étages, pour CPS
1 667 198 Tuyau silicone, 2 mm Ø, 1 m
2 666 464 Plaque vierge 100 mm, CPS
1 675 3400 Eau, pure, 1 l
1 En complément : PC avec Windows XP/Vista/7/8/10 (x86 ou x64)

Les articles marqués d'un * ne sont pas obligatoires, mais sont recommandés pour la réalisation de l'expérience.

Catégories / Arborescence

Sciences > Chimie > Expériences pour le supérieur > Physicochimie > Électrochimie > Piles à combustible

Options

Date d'édition : 06.11.2026

Ref : 524013
Sensor-CASSY 2, Interface PC USB
Nécessite une licence du logiciel CASSY 2



C'est une interface connectable en cascade pour l'acquisition de données.

Pour le branchement au port USB d'un ordinateur, à un autre module CASSY ou au CASSY-Display (524 020USB) Sensor-CASSY(524 010), Sensor-CASSY 2 et Power-CASSY (524011USB) peuvent être connectés en cascade mixte
Isolée galvaniquement en trois points (entrées de 4 mm A et B, relais R)
Mesure possible simultanément aux entrées de 4 mm et slots pour adaptateurs de signaux (système à quatre canaux)
Avec la possibilité de monter en cascade jusqu'à 8 modules CASSY (pour multiplier les entrées et sorties)
Avec la possibilité d'avoir jusqu'à 8 entrées analogiques par Sensor-CASSY par l'intermédiaire des adaptateurs de signaux
Avec reconnaissance automatique (plug & play) des adaptateurs par CASSY Lab 2 (524 220)
Commandée par micro-ordinateur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour l'optimisation des performances)
Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (aussi dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
Alimentée en tension 12 V CA/CC par une fiche femelle ou un module CASSY adjacent
Informations sur le développeur, LabVIEW et MATLAB; les pilotes sont disponibles sur Internet

Caractéristiques techniques :
5 entrées analogiques
2 entrées tension analogiques A et B sur douilles de sécurité de 4 mm (isolées galvaniquement) Résolution : 12bits
Gammes de mesure : ±0,1/±0,3/±1/±3/±10/±30/±100/±250V
Erreur de mesure : ±1% plus 0,5% de la pleine échelle
Résistance d'entrée : 1MO
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1MHz par entrée
Nombre de valeurs : quasiment illimité (suivant le PC) jusqu'à 10 000valeurs/s, pour un taux de mesure plus élevé max. 200 000 valeurs
Pré-trigger : jusqu'à 50 000valeurs par entrée
1 entrée courant analogique A sur douilles de sécurité de 4 mm (alternativement à l'entrée tension A)
Gammes de mesure : ±0,03/±0,1/±0,3/±1/±3A
Erreur de mesure : erreur de mesure de la tension plus 1% Résistance d'entrée : < 0,5O
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 1MHz par entrée
Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension
2 entrées analogiques sur slot pour adaptateurs de signaux A et B (raccordement possible de tous les capteurs et adaptateurs CASSY)
Gammes de mesure : ±0,003/±0,01/±0,03/±0,1/±0,3/±1V
Résistance d'entrée : 10kO
Taux d'échantillonnage : jusqu'à 500kHz par entrée Pour de plus amples informations, voir les entrées de tension.
Les caractéristiques techniques varient en fonction de l'adaptateur enfiché.
La reconnaissance des grandeurs et gammes de mesure est assurée automatiquement par CASSY Lab 2 dès qu'un adaptateur est enfiché.
4 entrées timer avec compteurs de 32 bits sur slot pour adaptateurs de signaux (par ex. pour l'adaptateur GM, l'adaptateur timer ou le timer S)

Date d'édition : 06.11.2026

Fréquence de comptage : max. 1MHz Résolution temporelle : 20ns
5 affichages de l'état par LED pour les entrées analogiques et le port USB
Couleurs : rouge et vert, suivant l'état Clarté : ajustable
1 relais commutateur (indication de la commutation par LED) Gamme : max. 250 V / 2 A
1 sortie analogique (indication de la commutation par LED, par ex. pour un aimant de maintien ou une alimentation pour l'expérimentation)
Tension ajustable : max. 16V / 200mA (charge =80O)
12 entrées numériques (TTL) sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la reconnaissance automatique de l'adaptateur)
6 sorties numériques (TTL) sur slots A et B pour adaptateurs de signaux (actuellement utilisées seulement pour la commutation automatique de la gamme de mesure d'un adaptateur)
1 port USB pour la connexion d'un ordinateur
1 bus CASSY pour la connexion d'autres modules CASSY
Dimensions : 115mm x 295mm x 45mm
Masse : 1,0kg

Matériel livré :
Sensor-CASSY 2
Logiciel CASSY Lab 2 sans code d'activation avec aide exhaustive (peut être utilisé 16 fois gratuitement, ensuite, en version de démonstration)
Câble USB
Adaptateur secteur 230 V, 12 V/1,6 A

Ref : 524020USB
CASSY®-Display USB

Affichage bicanal pour la visualisation sans ordinateur des valeurs instantanées avec le Sensor-CASSY (524013).

Commandé par microcontrôleur avec le système d'exploitation CASSY (facilement actualisable à tout instant via le logiciel pour optimisation des performances)
Utilisable au choix comme appareil de table à inclinaison variable ou comme appareil de démonstration (dans le cadre d'expérimentation CPS/TPS)
Supporte jusqu'à 8 Sensor-CASSY (soit 16 canaux de mesure)
La mesure est effectuée dans le Sensor-CASSY ou un adaptateur enfiché (grandeurs et gammes de mesure, voir description du module en question)
Valeurs commutables et calibrables individuellement. La grandeur mesurée et l'unité sont commutées automatiquement dès qu'un adaptateur est enfiché
Avec horloge en temps réel intégrée et centrale de mesure Le contenu de la mémoire pour jusqu'à 32 000 valeurs enregistrées est conservé à la mise hors service et peut ainsi être consulté ultérieurement par CASSY Lab (524220) via le port USB
Il est possible de raccorder tant le sensor-CASSY (série) que le sensor-CASSY (USB) en cascade mixte
Alimentation en tension 12V CA/CC par fiche creuse
Relevé des valeurs avec la source de tension portable (12V) également possible indépendamment du réseau

Caractéristiques techniques :

Dimensions : 215mm x 295mm x 45mm
Masse : env. 1,8kg

Date d'édition : 06.11.2026

Ref : 524220
CASSY Lab 2 Licence Département ou établissement
Mises à jour gratuites



Version perfectionnée du logiciel réussi CASSY Lab pour le relevé et l'exploitation des données avec une aide exhaustive intégrée et de nombreux exemples d'expériences préparés.

- Supporte jusqu'à 8 modules Sensor-CASSY 2, Sensor-CASSY et Power-CASSY à un port USB ou série
- Supporte des modules Pocket-CASSY, Mobile-CASSY ou Power Analyser CASSY à différents ports USB
- Supporte le joulemètre et wattmètre et les instruments de mesure universels de Physique, Chimie et Biologie
- Supporte tous les adaptateurs de signaux CASSY
- Supporte en supplément de nombreux appareils au port série (par ex. VidéoCom, détecteur de position à IR, balance)
- Facilité d'emploi grâce à la reconnaissance automatique des modules CASSY et des adaptateurs qu'il suffit de brancher pour pouvoir les utiliser (plug & play) : représentation graphique, activation des entrées et sorties par simple clic et paramétrage automatique spécifique à l'expérience considérée (en fonction de l'adaptateur de signaux enfiché)
- Affichage des données sur des instruments analogiques/numériques, dans des tableaux et/ou des diagrammes (avec la désignation des axes au choix)
- Relevé des valeurs manuel (par appui sur une touche) ou automatique (réglage possible de l'intervalle de temps, du temps de mesure, du déclenchement, d'une condition de mesure supplémentaire)
- Exploitations variées telles que par ex. diverses adaptations (droite, parabole, hyperbole, fonction exponentielle, adaptation arbitraire), intégrale, inscription d'annotations sur le diagramme, calculs quelconques de formules, dérivation, intégration, transformation de Fourier
- Format de données XML pour les fichiers d'expériences (importe aussi les fichiers d'expériences réalisés avec CASSY Lab 1)
- Exportation facile des données de mesure et des diagrammes par le biais du presse-papiers
- Plus de 150 exemples d'expériences dans le domaine de la physique, chimie et biologie, accompagnés d'une description détaillée
- Représentation graphique du CASSY, du boîtier du capteur et de l'affectation des broches lors du chargement d'un fichier de test
- Mises à jour et versions de démonstration gratuites disponibles sur Internet
- Matériel prérequis: Windows XP/Vista/7/8/10/11 (32+64 bits), port USB libre (appareils USB) ou port série libre (appareils série), support des processeurs multi-cores

Date d'édition : 06.11.2026

Ref : 666425
Cadre profilé, C50, 2 étages, sans barreau d'alimentation en courant



Cadre à deux étages, avec trois rails profilés en aluminium à bandes de calage et 2 pieds en T.

Caractéristiques techniques :
Deux étages
Pied en T
Avec canal
Hauteur : 84 cm
Largeur : 56 cm
Profondeur : 30 cm

Ref : 666464
Plaque neutre CPS, 100 mm

À placer aux endroits inoccupés du montage expérimental pour obtenir un montage clos d'allure uniforme.

Caractéristiques techniques :
Hauteur : 297 mm
Largeur : 100 mm

Date d'édition : 06.11.2026

Ref : 6664794
Compte-bulles avec dispositif anti-retour CPS



Pour le contrôle du flux de gaz à l'intérieur du stack de piles à combustible PEM (666 4812) et venant de celui-ci. Compte-bulles avec dispositif anti-retour (664 814) pour la protection de la cartouche à hydrogène.

Caractéristiques techniques :
Dimensions : 100 mm x 297 mm x 10 mm
Masse : 0,3 kg

Matériel livré :
Plaque de base CPS
2 compte-bulles (664 813 et 664 814)

En option:
Complément recommandé :
Tuyau en silicone 2 mm Ø, 1 m (667 198)

Ref : 6664795
Plaque CPS support avec réservoir d'hydrure métallique HydroStik PRO, détendeur
Nécessite un électrolyseur pour le remplissage 6664798



Cartouche à hydrogène pratique et très sûre à utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS), par ex. pour les piles à combustible.
L'hydrogène est prélevé de la cartouche intégrée HydroStik PRO (666 4796) avec la vanne de régulation fixe.

Caractéristiques techniques :
Dimensions de la plaque d'expérimentation : 100 mm x 297 mm
Poids : 0,3 kg

HydroStik PRO
Charge : env. 10 l (0,9 g d'hydrogène)
Pression de remplissage max.: 3.0 MPa (20 °C)
Pression de prélèvement : 0 ... 3.0 MPa (25°C)
Connexion : taraudage M6
Dimensions : diamètre : 22 mm, hauteur : 88 mm
Masse : 0,09 kg

Date d'édition : 06.11.2026

Vanne de régulation

Raccord de tuyau : 2 mm Ø
Dimensions : longueur : 40 mm, diamètre : 22 mm

Matériel livré :
1 HydroStik PRO (666 4796)
1 vanne de régulation (666 4797)
1 plaque d'expérimentation

En option:
La cartouche HydroStik PRO est livrée vide.
Elle peut être remplie de manière très simple avec le générateur d'hydrogène HydroFill PRO (666 4798) (non fourni).
Le remplissage à partir d'une bouteille d'hydrogène comprimé est également possible.

Ref : 6664796
Réservoir hydrogène en hydrure métallique pour électrolyseur HydroStik PRO



Permet le stockage de l'hydrogène de manière simple et en toute sécurité, par ex. pour une utilisation dans des piles à combustible.
La cartouche HydroStik PRO peut stocker 0,9 g d'hydrogène sous forme d'hydrure métallique.
Elle se recharge aisément avec le générateur d'hydrogène HydroFill PRO (666 4798).
Le remplissage à partir d'une bouteille d'hydrogène comprimé est également possible.
Le prélèvement de l'hydrogène est effectué avec la vanne de régulation (666 4797).
Pour la démonstration, l'HydroStik PRO existe aussi dans la variante CPS (666 4795).

Caractéristiques techniques :
Charge : 10 l (env. 0.9 g d'hydrogène)
Pression de remplissage max. : 3.0 MPa (20 °C)
Pression de prélèvement : 0 ... 3.0 MPa (25°C)
Connexion : taraudage M6
Dimensions : diamètre : 22 mm, hauteur : 88 mm
Masse : 0,09 kg

La cartouche HydroStik PRO est livrée vide.

Date d'édition : 06.11.2026

Ref : 6664798
Electrolyseur HydroFill PRO pour remplissage des hydrures 666 4796



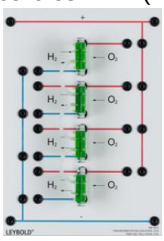
L'HydroFill PRO fournit de l'hydrogène obtenu par électrolyse à partir d'eau distillée.
Il suffit simplement d'avoir une prise électrique pour le branchement.
L'hydrogène est directement stocké dans la cartouche HydroStik PRO (EWTHOLWH22-10L-5) sous forme d'hydrure métallique.
Il est ainsi possible de travailler avec l'hydrogène sans avoir à utiliser de bouteilles de gaz comprimé, par ex. pour la réalisation d'expériences avec les piles à combustible.

Caractéristiques techniques :
Dimensions : 145 mm x 153 mm x 208 mm
Poids : 1,8 kg
Eau utilisable : eau désionisée ou distillée (10 ... 40°C)
Consommation d'eau : env. 20 ml/h
Pression de prélèvement : 0 ... 2,8 MPa / 0...2.8 bar
Production de gaz : jusqu'à 3 l/h
Pureté de l'hydrogène produit : 99,99 %
Temps de chargement d'une cartouche HydroStik PRO : env. 4 heures
Tension d'alimentation: 10...19 V CC

Matériel livré :
1 HydroFill PRO 1 adaptateur CA(230V) -CC

En option:
Cartouche HydroStik PRO (EWTHOLWH22-10L-5)

Ref : 6664812
Stack de piles à combustible PEM, CPS, avec 9 xcavaliers et tuyau silicone
4 cellules PEM (4x0.9V), courant max 1.4A, Puissance environ 1.2 W



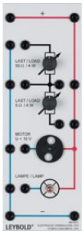
Le stack de piles à combustible PEM permet d'expérimenter avec plusieurs piles à combustible.
Il permet de brancher jusqu'à 4 piles à combustible en série ou en parallèle.
Avec la membrane polymère échangeuse de protons (PEM = Proton Exchange Membrane) en guise d'électrolyte, aucun acide ni aucune base n'est nécessaire.
Les gaz fournis, soit l'hydrogène et l'oxygène (provenant de l'air) réagissent pour former de l'eau en délivrant de l'énergie électrique.
Convient pour relever des caractéristiques en association avec l'HydroStik PRO, CPS (666 4796), le compte-bulles,

CPS (666 4794) et des charges électriques, CPS (666 4831).

Caractéristiques techniques :
Tension à vide : (4 x 0,9 V CC) 3,6 V
Courant : max. 1,7 A
Puissance : env. 1,2 W
Surface d'électrode : env. 4 x 4 cm²
Dimensions de la plaque d'expérimentation : 200 mm x 297 mm x 100 mm
Masse : 0,6 kg

Matériel livré :
4 piles à combustible PEM
9 cavaliers de sécurité (de 500 59)
Plaque de base CPS
Tuyaux en silicone, seringues

Ref : 6664831
Charges électriques, moteur, lampe, résistances variables CPS



À utiliser dans le système de plaques pour la chimie (CPS).
Contient en guise de charges électriques un moteur avec roue, une ampoule et deux résistances de charge réglables.
Ces éléments permettent la décharge définie d'un élément et le relevé de caractéristiques.

Caractéristiques techniques :
Éléments de charge :
Résistance réglable 5 O, 4 W
Résistance réglable 50 O, 4 W
Moteur : U max = 10 V, I max = 150 mA
Ampoule : U max = 3,8 V, I max = 0,07 mA (variable)
Dimensions : 100 mm x 297 mm x 100 mm
Masse : 0,3 kg

Matériel livré :
1 élément de charge, CPS
3 cavaliers de sécurité, noirs

Date d'édition : 06.11.2026

Ref : 667198
Tuyau silicone, 2 mm Ø, 1 m



En caoutchouc de silicone, transparent, de qualité alimentaire, thermorésistant de -60°C à 200°C, selon DIN 40268.

Caractéristiques techniques :
Diamètre intérieur : 2 mm
Épaisseur de paroi : 1 mm
Longueur : 1 m

Ref : 6753400
Eau, pur, 1 l