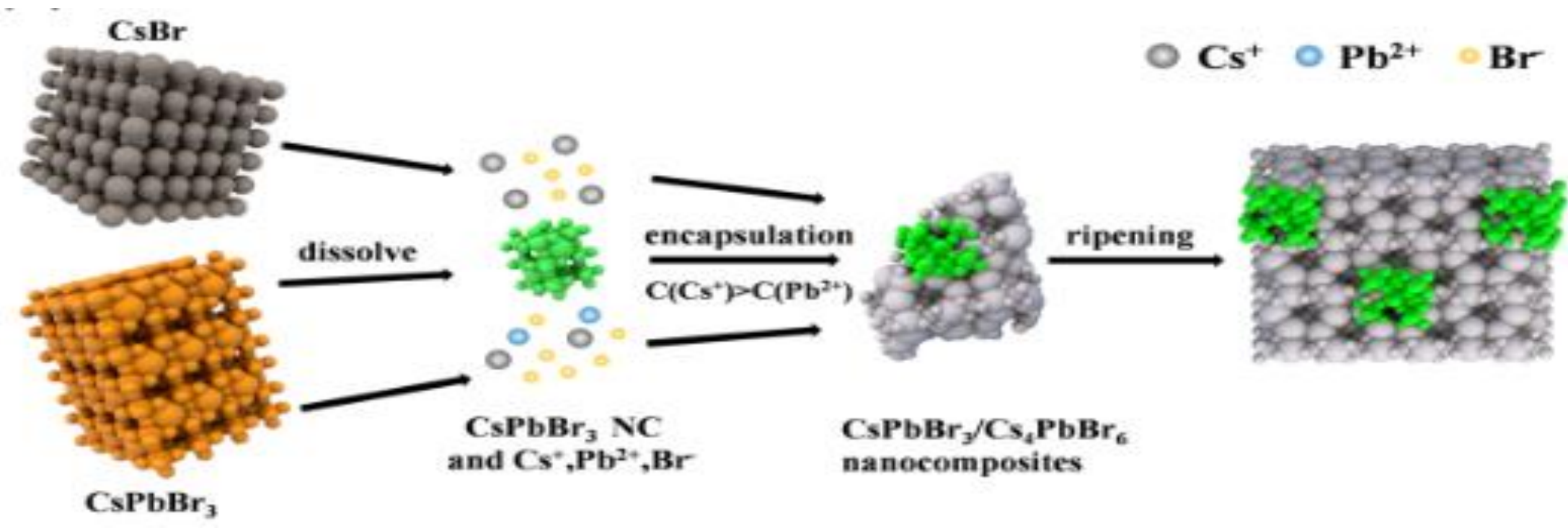


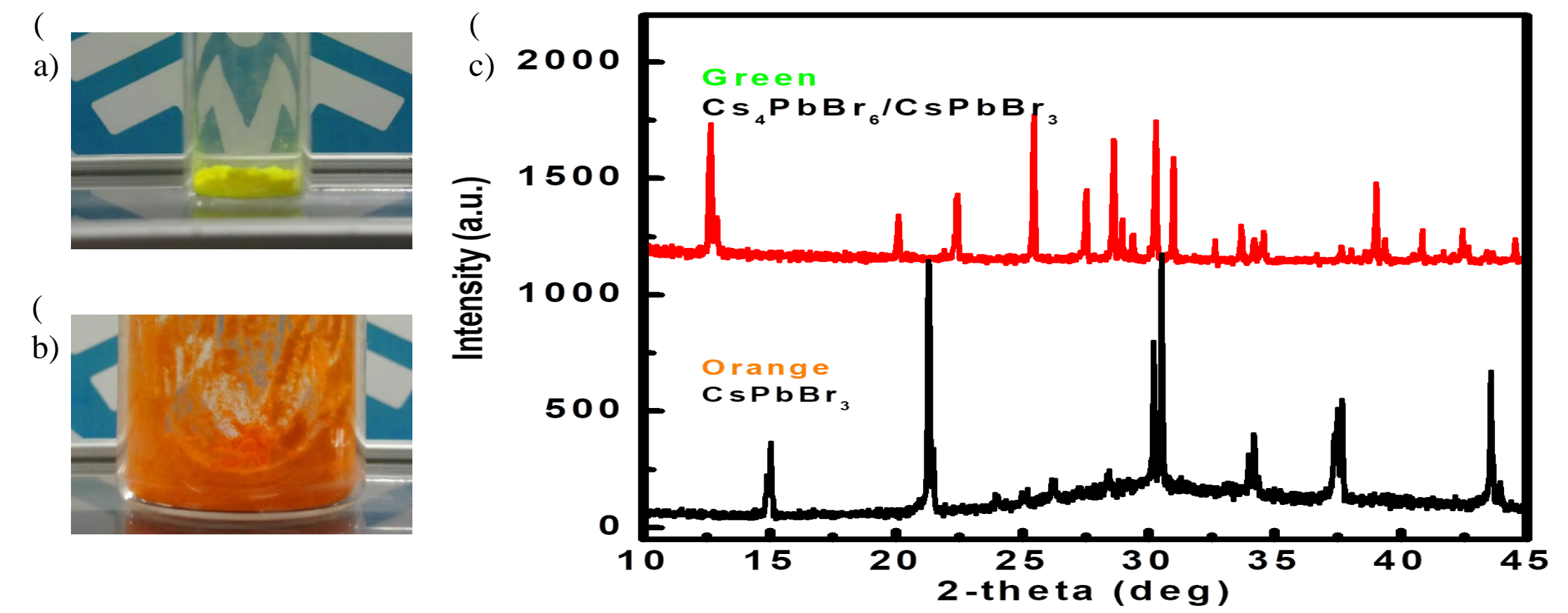
Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃鈣鈦礦粉末之合成及特性量測

Abstract

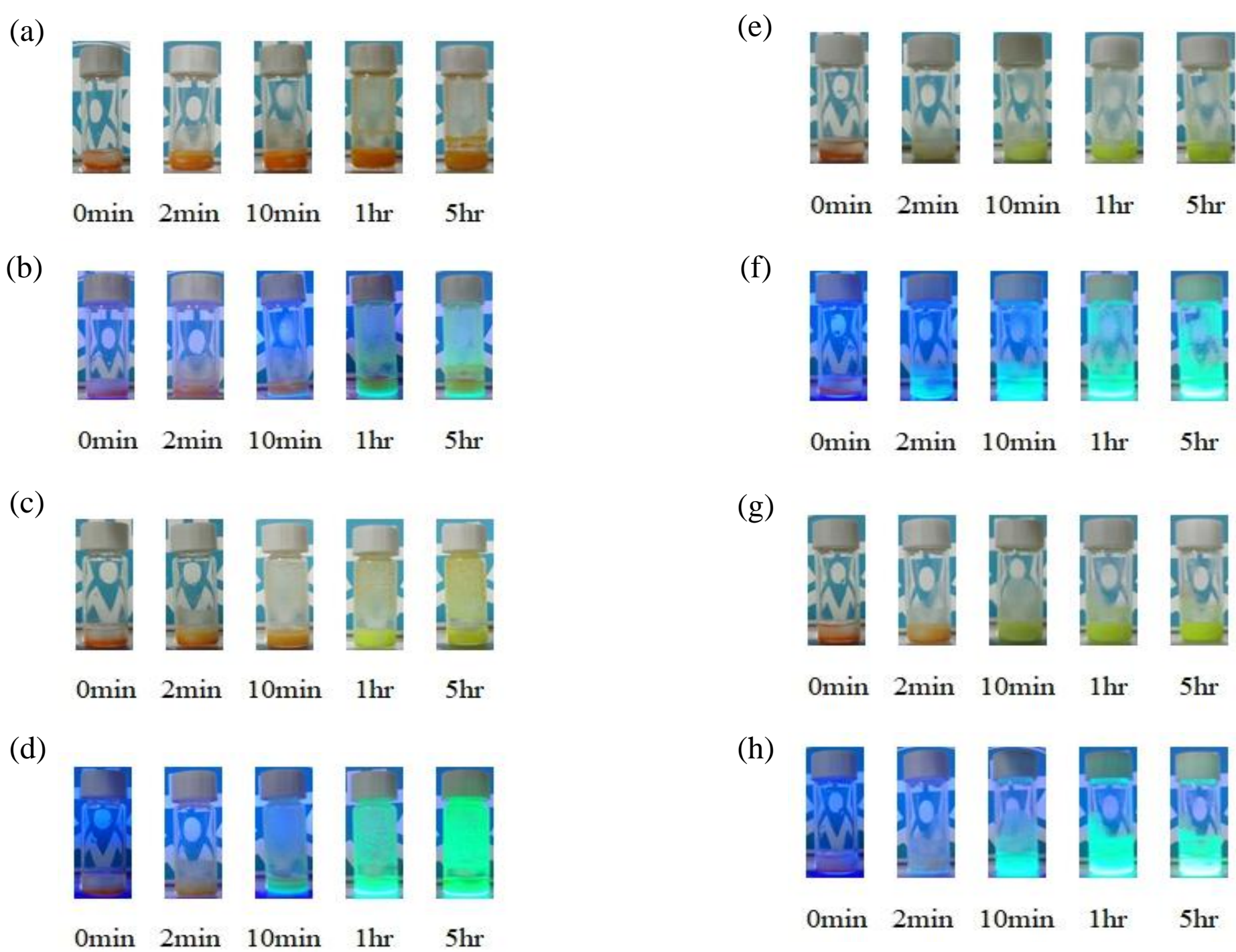
在本研究中，我們使用新穎合成法快速合成出螢光Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃粉末，該合成法透過常溫下添加反溶劑將CsPbBr₃直接轉化為螢光粉末，研究發現最佳反溶劑為間二甲苯，反應時間小於1小時，合成所得之螢光粉末其螢光效率達20%，螢光波峰位於524nm，半高寬小於22nm，可用於光激光或電激光應用領域。



我們用化學劑量合成法發現了這個化學式： $3\text{CsBr} + \text{CsPbBr}_3 \rightarrow \text{Cs}_4\text{PbBr}_6$ ，首先我們使用反溶劑分解CsPbBr₃，他會出現Cs⁺Pb²⁺Br再與剩下的CsPbBr₃晶體反應，進而合成出Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃。(1)

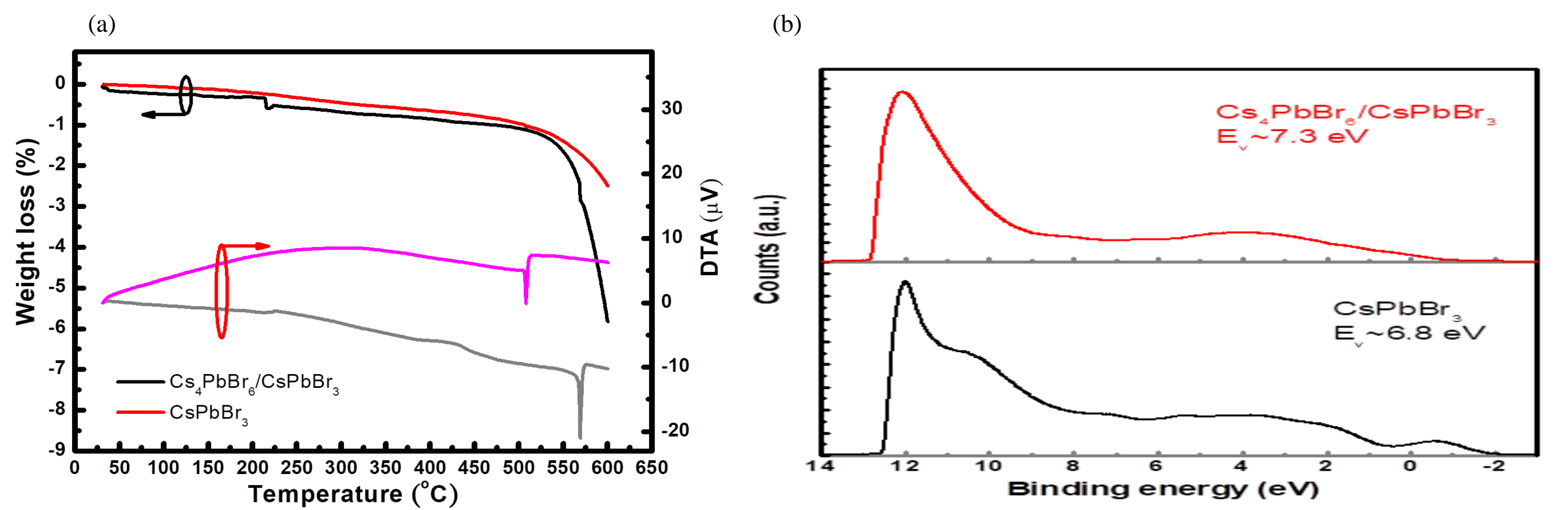


(a)Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃粉末 (b) CsPbBr₃粉末 (c)透過XRD我們可以發現這個粉末大部分都是Cs₄PbBr₆，所以Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃中幾乎看不見CsPbBr₃的波峰

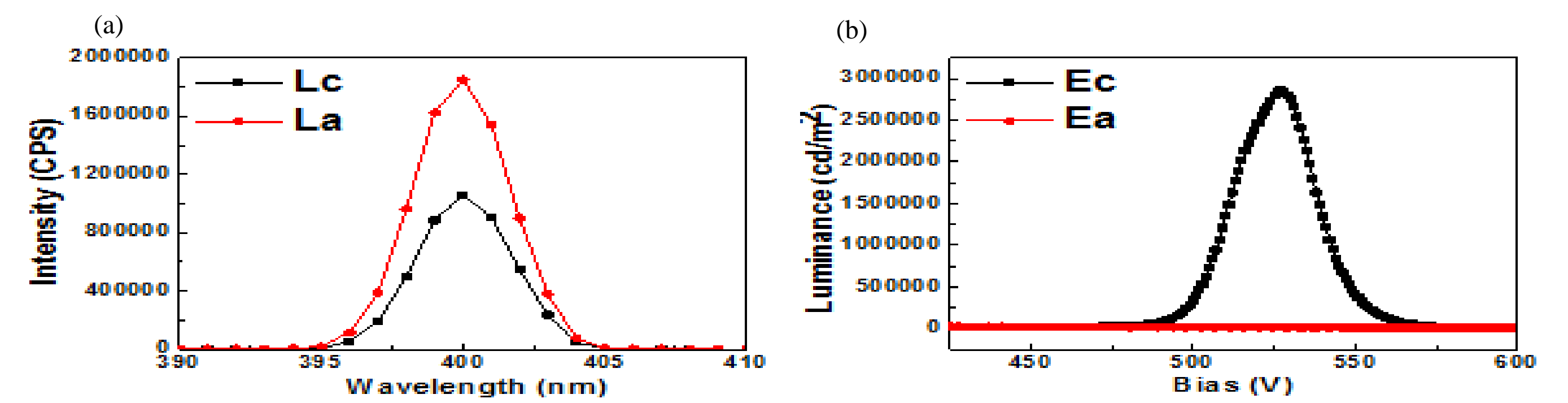


	氯仿	乙腈	間二甲苯	甲苯
產率	0.0729g	0.0653g	0.1147g	0.0881g
反應完全時間	>12hr	2~3hr	<1hr	1~2hr

(a)加入氯仿後在日光燈下 (b)加入氯仿後在紫光燈下 (c)加入乙腈後在日光燈下 (d)加入乙腈後在紫光燈下 (e)加入間二甲苯後在日光燈下 (f)加入間二甲苯後在紫光燈下 (g)加入甲苯後在日光燈下 (h)加入甲苯後在紫光燈下 (i)0.25g的CsPbBr₃粉末在各種溶液下的產率

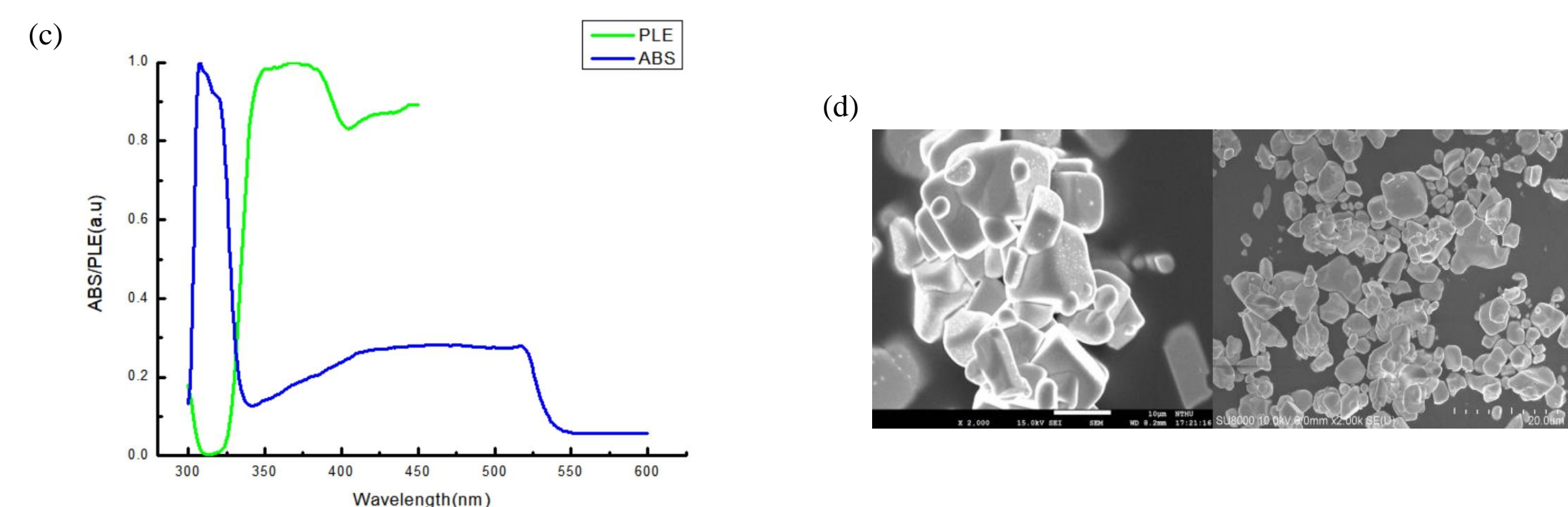
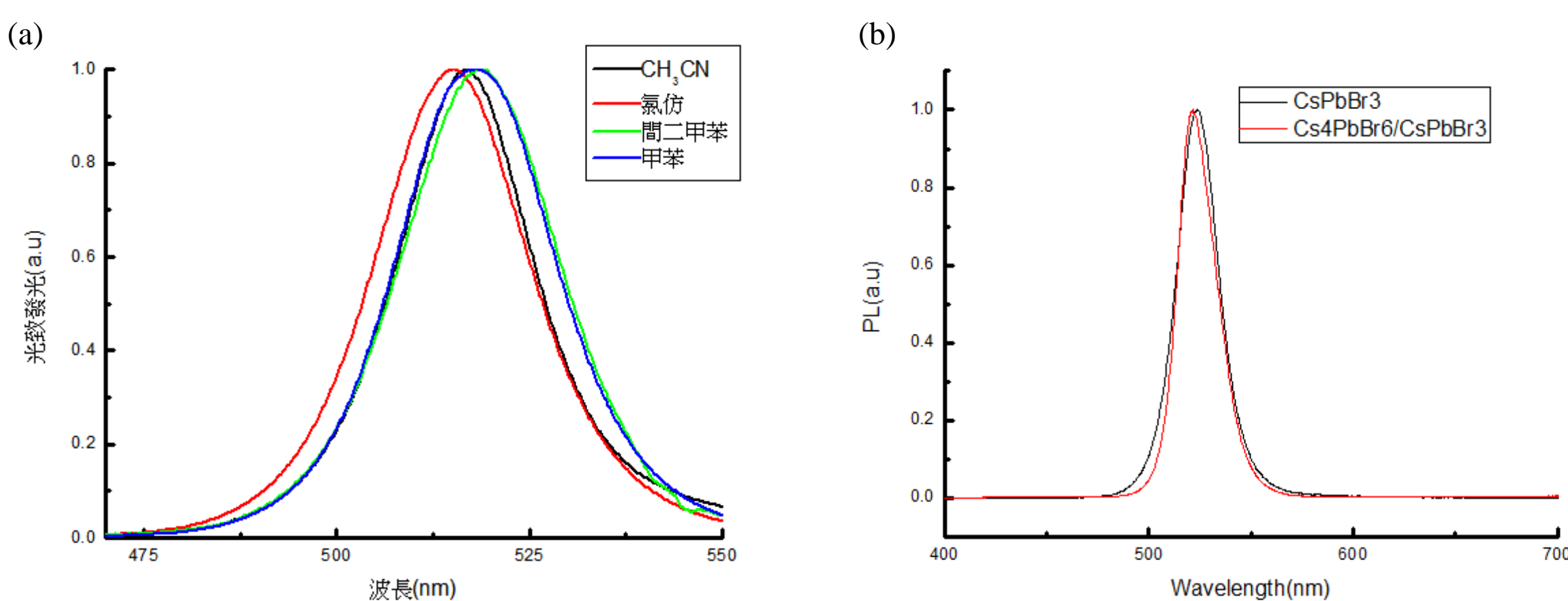


(a)透過熱重分析及熱差分析，我們可以發現大約在510度左右材料開始氧化(b)透過UPS我們可以得到他的價帶，再透過上述的吸收光譜，就可以得到他的導帶

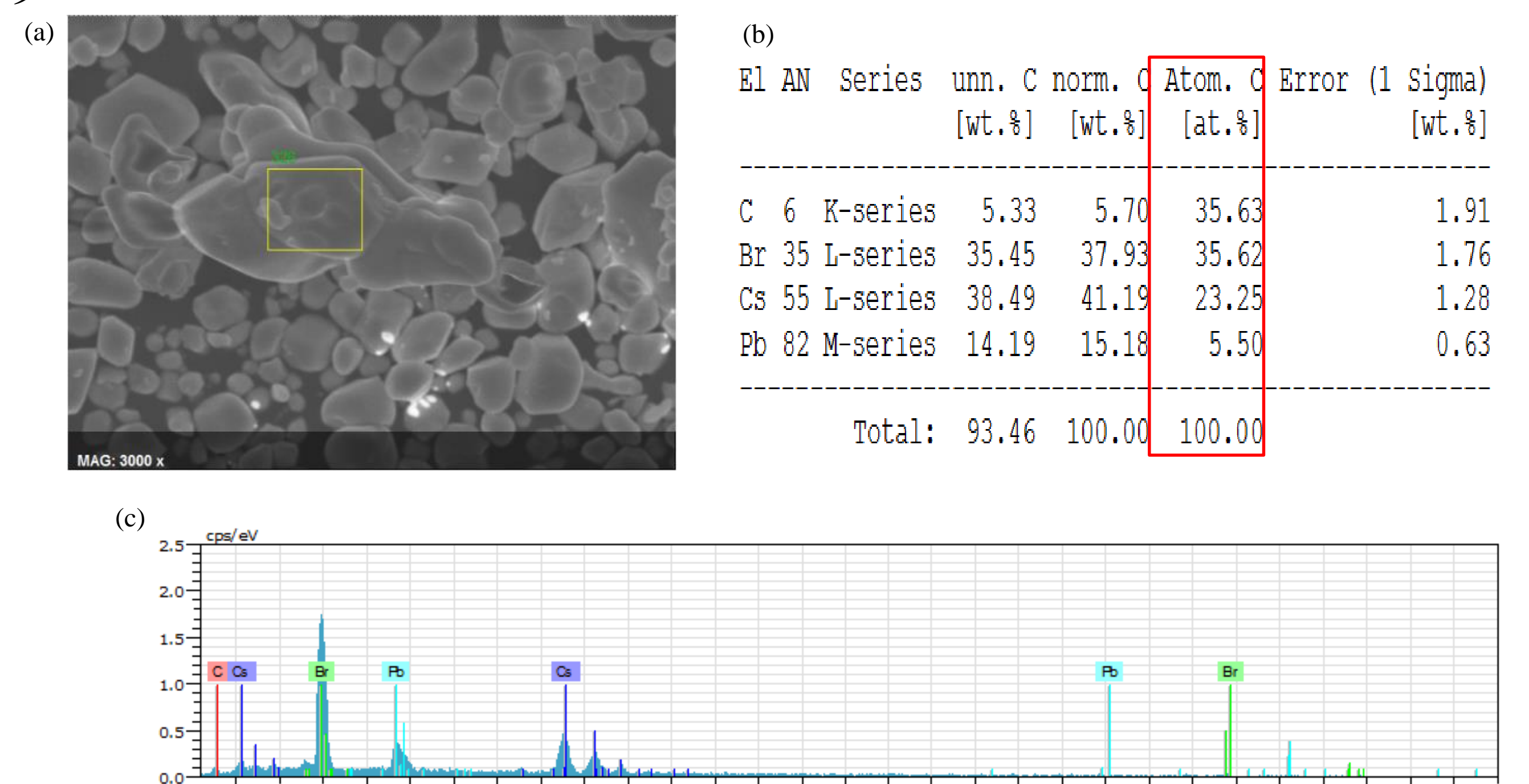


$$QY(PLQY) = (E_c - E_a) / (L_a - L_c) = 20.34$$

(a)Lc是激發後的光源強度La是激發後的發光強度(b)Ec是激發前的光源強度Ea是激發前的發光強度，並透過(Ec-Ea)/(La-Lc)就可以得到我們的發光效率PLQY，並且可以看到我們的PLQY上升到了20.34%，比原本的CsPbBr₃(PLQY<1%)高上非常的多。



(a)從中我們可以得知反應速度越快的會越往紅移 (b)透過這張圖可以發現Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃跟CsPbBr₃有一樣的波峰，代表Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃也是CsPbBr₃在發光(c)Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃的吸收光譜、最佳光機發波段，並且可以發現Cs₄PbBr₆把300~325nm的光都吸收掉了，但是Cs₄PbBr₆本身又不發光，所以在PLE才能夠看到300~325nm這段完全沒有PLE(d)左邊是CsPbBr₃的SEM，右邊的是Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃的SEM，可以看見Cs₄PbBr₆/CsPbBr₃不但平整且顆粒也變小了。



(a)我們使用能譜儀掃描圖中框起來的部分(b)透過能譜儀進行能量分析，我們可以發現他的原子比例Cs:Pb:Br大約是4.2:1:6.4，所以我們可以推斷他的主要成分都是Cs₄PbBr₆(c)能譜儀所掃描到的Cs、Pb、Br的量。

[1] W. Wang, D. Wang, F. Fang, S. Wang, G. Xu, and T. Zhang, CsPbBr₃/Cs₄PbBr₆ Nanocomposites: Formation Mechanism, Large-scale and Green Synthesis, and Application in White Light-Emitting Diodes, *Crystal Growth & Design*, 18 (10), 2018, pp 6133–6141
 [2] J. Xu, W. Huang, P. Li, D. R. Onken, C. Dun, Y. Guo, K. B. Ucer, C. Lu, H. Wang, S. M. Geyer, R. T. Williams, and D. L. Carroll Imbedded Nanocrystals of CsPbBr₃ in Cs₄PbBr₆: Kinetics, Enhanced Oscillator Strength, and Application in Light Emitting Diodes, *advanced materials*, 29(43), 2017
 [3] S. Lou, T. Xuan, Q. Liang, J. Huang, L. Cao, C. Yu, M. Cao, C. Yu, M. Cao, C. Xia, J. Wang, D. Zhang, H. Li, Short Communication Controllable and facile synthesis of CsPbBr₃-Cs₄PbBr₆ perovskite composites in pure polar solvent, *Elsevier*, 537(1), 2019, pp 384–388
 [4] C. Y. Huang, C. C. Wu, C. L. Wu, and C. W. Lin CsPbBr₃ Perovskite Powder, a Robust and Mass-Produced Single Source Precursor: Synthesis, Characterization, and Optoelectronic Applications, *ACS Omega*, 4 (5), 2019, pp 8081–8086
 [5] Y. Zhang, M. I. Saidaminov, I. Dursun, H. Yang, B. Murali, E. Alarousu, E. Yengel, B. A. Alshankiti, O. M. Bakr, and O. F. Mohammed, Zero-Dimensional Cs₄PbBr₆ Perovskite Nanocrystals, *Physical chemistry letters*, 8 (5), 2017, pp 961–965
 [6] M. I. Saidaminov, J. Almutlaq, S. Sarmah, I. Dursun, A. A. Zhumekenov, R. Begum, J. Pan, N. Cho, O. F. Mohammed and O. M. Bakr, Pure Cs₄PbBr₆: Highly Luminescent Zero-Dimensional Perovskite Solids. *ACS Energy LETTERS* 1 (4), 2016, pp 840–845